Complejidad, la encrucijada del pensamiento

Javier Corona Fernández
Rodolfo Cortés del Moral
Coordinadores

Las ciencias sociales



Universidad de Guanajuato

Miguel Ángel Porrúa

Complejidad, la encrucijada del pensamiento

Javier Corona Fernández
Rodolfo Cortés del Moral
Coordinadores





MEXICO 2012



Primera edición, octubre del año 2012

©2012
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

©2012
Por características tipográficas y de diseño editorial
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Derechos reservados conforme a la ley
ISBN 978-607-401-603-1

IMPRESO EN MÉXICO  *PRINTED IN MEXICO*

Presentación

Javier Corona Fernández
Rodolfo Cortés del Moral

El Departamento de Filosofía de la Universidad de Guanajuato ha emprendido en los últimos años una serie de iniciativas de investigación, docencia y extensión, que han permitido establecer relaciones con otras disciplinas ponderando la importancia de la investigación y de la discusión interdisciplinaria. En este sentido, el propósito del texto que aquí presentamos busca difundir el trabajo de investigación que el Departamento de Filosofía ha promovido a través de sus programas académicos, tanto de licenciatura como de posgrado, y de una manera más abierta, los resultados del ejercicio reflexivo en seminarios, coloquios, diplomados, ciclos de conferencias y programas de radio. Actividad que cuenta ya con publicaciones diversas en revistas, en artículos periodísticos y en diferentes libros individuales y colectivos. Cabe señalar que tales acciones se han desarrollado en no pocas ocasiones en programas interinstitucionales, lo que sin duda ha favorecido el enriquecimiento de la vida académica de la Universidad de Guanajuato en general, aprovechando los diversos convenios con instituciones de nuestra entidad, pero también con universidades nacionales, norteamericanas, europeas, centroamericanas y sudamericanas.

Ahora bien, en el marco de la línea de investigación titulada *Racionalidad Contemporánea* del Departamento de Filosofía se ha venido generando un debate constante en torno a la especificidad de nuestro momento histórico. Diálogo que, si bien se ha planteado desde la filosofía, interpela a la investigación científica de punta y al orden tecnológico que caracteriza a la sociedad de nuestros días. En el plano de la investigación, esta interlocución ha tenido un objetivo muy claro: crear espacios de reflexión para plantear, conocer y discutir los problemas de la actividad científica y tecnológica actual, así como sus implicaciones para la sociedad contemporánea desde una perspectiva interdisciplinaria. Para el cumplimiento de este fin, hemos podido integrar el quehacer de investigadores del campo de la ciencia, la tecnología y la filosofía, lo cual se ha logrado en una estrecha colaboración entre diferentes departamentos de la Universidad de Guanajuato y con investigadores de instituciones de nivel superior del país y del extranjero.

En esta interacción hemos planteado los objetivos particulares que en el presente libro se estructuran en los diferentes textos que lo integran, a saber:

1. Identificar las argumentaciones de carácter epistemológico que distinguen al trabajo teórico en el mundo contemporáneo desde el paradigma de la *Complejidad*.
2. Llevar a cabo un acercamiento que nos permita conocer los temas, conceptos y categorías que definen a la investigación científica actual.
3. Determinar en qué medida la *Teoría crítica* participa de la intención teórica contemporánea para desarrollar un modo de pensar la experiencia humana que sea multidimensional.
4. Examinar a la luz del paradigma de *Complejidad* el orden tecnológico actual.

5. Evaluar los alcances metodológicos de la *Teoría crítica*, teniendo como emplazamiento el término *Constelación* para el análisis e interpretación de la complejidad creciente en el mundo contemporáneo.

Los objetivos arriba planteados y la integración de los textos aquí reunidos tuvieron como pauta general dar cuenta de la diversidad teórica y disciplinaria que la investigación actual demanda, y expresa muy bien la intención de fondo que el pensamiento del filósofo Theodor W. Adorno consigna:

> Conocer el objeto con su constelación es saber qué proceso ha acumulado. El pensamiento teórico rodea en forma de constelación al concepto que quiere abrir, esperando que salte de golpe un poco como la cerradura de una refinada caja fuerte: no con una sola llave o un solo número, sino gracias a una combinación de números.[1]

Al convocar a investigadores de distintos campos disciplinarios se propuso como punto de partida el señalamiento de que el presente proyecto representa una investigación de carácter eminentemente teórico reflexivo, que se aborda principalmente desde el horizonte de la filosofía contemporánea, pero que entabla diálogos y discusiones con diversos campos del conocimiento científico. Nuestra premisa fundamental se asienta en el reconocimiento de que la actividad científica desarrollada en el curso del siglo xx hasta nuestros días, rebasa los márgenes y las divisiones disciplinarias tradicionales debido al impacto creciente que a nivel teórico, práctico y experimental ha suscitado la actividad tecnológica, al tiempo que esta última cobra efectos y manifestaciones cualitativas históricamente inéditas, merced al descubrimiento progresivo "de las capas de complejidad creciente" (E. Morin). Por lo demás, ya

que pretendemos reflexionar también sobre los efectos directos e indirectos de la actividad tecnológica en la sociedad contemporánea, no se descartó la eventual aportación de experiencias y elementos de juicio por parte de expertos y profesionistas vinculados a la industria, pero esta última variable se planteó de forma meramente tangencial. Una vez asentado lo anterior, pasamos a hacer una breve exposición de los motivos y en todo caso, de la pertinencia que justificaría una temática como la aquí propuesta y lanzamos la convocatoria para participar en las actividades del *Seminario de Racionalidad contemporánea*. Es de destacar la respuesta que obtuvimos y que se ha traducido en un trabajo de integración de una red de colaboración que ya cuenta con algunas publicaciones.[2]

El punto de partida de la actividad de investigación fue el desarrollo del programa del *Seminario de Racionalidad contemporánea*, cuya primera parte consistió en la presentación y elucidación crítica de un modelo teórico general de la racionalidad contemporánea. Como consecuencia de esta primera etapa, procedimos a la determinación conceptual del orden tecnológico característico del siglo xx y su relación diferencial con la técnica tanto en la industria como en la cultura de los siglos precedentes. Con base en la especificación del orden tecnológico contemporáneo delimitamos las principales manifestaciones y repercusiones que éste ha suscitado en la investigación científica, en la cultura y en las formas de vida de la sociedad actual. A la vista de los resultados alcanzados en las etapas precedentes, nos propusimos enseguida la identificación de contextos y fenómenos prototípicos del proceso global. Así, el examen de dichos contextos constituyó el punto de partida para la reflexión filosófica encaminada a la determinación

de las transformaciones y de los rasgos distintivos de la *Episteme* emergente en el mundo contemporáneo. Tanto los materiales escritos como las delimitaciones temáticas surgidas de esta actividad, fueron la base para el libro que ahora publicamos.

Este conjunto de finalidades y expectativas académicas descansa en una directriz de fondo que a nuestro juicio hace frente al aspecto más precario y problemático del discurso filosófico actual, es decir, al desarrollo cada vez más disperso, fragmentario e incidental que ha registrado durante las tres o cuatro últimas décadas, merced al cual la mayoría de sus corrientes y orientaciones no sólo se han desentendido indolentemente de los nuevos retos y posibilidades de la investigación científica (lo cual viene a refrendar y radicalizar el síndrome de las dos culturas, la recíproca descalificación de las ciencias y las humanidades), sino que además han abandonado de manera inadvertida, disimulada o manifiesta el sentido crítico que desde siempre ha caracterizado a la reflexión filosófica y que determina su más profunda y cabal razón de ser, en cuya ausencia el discurso en cuestión queda reducido a un cúmulo de ensayos inconexos y meramente recreativos, que bien pueden entretener al público en virtud de sus atributos literarios o de la actualidad del tema que aborden, pero que carecerán de la responsabilidad y del alcance objetivo que el verdadero pensamiento filosófico adquiere respecto al discernimiento de los problemas y alternativas que reviste la realidad social en cada contexto histórico, tanto al nivel de la teoría como de la práctica.

La iniciativa de convertir a la complejidad en plataforma de convergencia de la investigación científica y la reflexión filosófica se vincula y complementa con el expreso propósito de mostrar que ésta segunda, aún en la actual coyuntura, es capaz de intervenir en forma sustancial y aportativa en la asimilación del conocimiento emergente sin renunciar a su desenvolvimiento

crítico, gracias al cual le es factible visualizar los entramados causales globales y las condiciones objetivas mediatas que en cada caso determinan la conciencia y el hacer humanos. Lo mismo en las obras de sus fundadores que en la gran mayoría de los trabajos realizados a partir de los conceptos y lineamientos que éstos formularon (como las nociones de *constelación, causalidad integral* y *cuasi-totalidad),* la *Teoría crítica* ha revelado en todo momento disponer de un claro y positivo sentido de la complejidad propia de la realidad social, así como de la dialéctica de los factores objetivos y subjetivos que deciden el curso y los marcos de su comprensión. En esa medida, consideramos que es justamente la *Teoría crítica* —en lugar de alguna de las concepciones cientificistas ligadas a la filosofía de la ciencia tradicional— la vertiente filosófica que permite hoy por hoy emprender el proceso de rearticulación ínter e intradisciplinaria que demanda el estudio de la complejidad, mismo que exige, más que cualquier proyecto teórico anterior, tener a la vista los peligros y aspectos inciertos de la ciencia actual.

Por lo demás, importa insistir en que, al igual que los textos anteriormente publicados (y los que en el futuro tengamos oportunidad de publicar), los que integran el presente volumen se ofrecen como insumo, como material de trabajo que en mayor o menor medida podrá contribuir a la ingente labor de generar una conciencia colectiva que sea acorde con el nuevo horizonte de acción y conocimiento que se despliega en el mundo contemporáneo. Una labor que por lo pronto no admite conclusiones anticipadas ni pronósticos categóricos, sino sólo perspectivas, formulaciones convocantes y esfuerzos positivos encaminados al establecimiento de una interlocución capaz de contrarrestar la fragmentación imperante.

Filosofía y pensamiento complejo

Karl Marx y la formación del concepto de *praxis*

Javier Corona Fernández*

La apertura de la investigación filosófica a perspectivas que superan los marcos referenciales fijos y las posturas estrictamente analíticas tiene, en el pensamiento de Karl Marx, una expresión de la complejidad que entraña el estudio del mundo histórico en sus distintas capas de realidad. Prueba fehaciente de esta aseveración son el método y los espacios teóricos de sus investigaciones llevadas a cabo en campos tan variados como la filosofía, la historia, la economía, la literatura, la política, el derecho, la tecnología y la ciencia. A la vista de la diversidad de temas en los que incursionó y en la obra que produjo a partir de ellos, Marx se mantiene sin lugar a dudas como un autor contemporáneo, inscrito en un horizonte de investigación que implica un pensamiento abierto y plural.

En efecto, la profundidad de su investigación es muestra de un modo de pensar que "no se anda con rodeos", que va a la raíz de los problemas de su reflexión, y que trabaja sobre la idea central de que estos problemas, por diminutos que puedan ser, se originan en una totalidad tan vasta e intrincada como lo es la dimensión humana en cualesquiera de sus etapas formativas a lo largo de las civilizaciones, en sus momen-

tos específicos, si contemplamos la duración de las personas concretas, o en las latitudes y contextos más diversos si tomamos en consideración sociedades particulares. No obstante, coincidentemente con esta variabilidad, la investigación de Marx muestra también una delimitación muy rigurosa del objeto de estudio, demarcación que permite situarlo en un amplio espectro teórico.

> Aunque *El Capital* suele considerarse una obra económica, Karl Marx se sumergió en el estudio de la economía política sólo después de muchos años de trabajo preliminar en los campos de la filosofía y la literatura. Estos son los fundamentos intelectuales que sostienen el proyecto, y es su experiencia personal de la alienación lo que proporciona tanta intensidad al análisis de un sistema económico que atomiza a la gente y la enajena del mundo que habita, un mundo en el que los seres humanos están esclavizados por el poder monstruoso del capital y las mercancías.[1]

Más allá de la urdimbre de temas y disciplinas divergentes, y de acuerdo con la exigencia de una localización clara del objeto de estudio, en la presente investigación nos proponemos hacer una reflexión en torno al concepto de *praxis* como un emplazamiento idóneo para dar cuenta de nuestra realidad humana en la lucha por construir aún los cimientos de una vida creativa y emancipada, contraria a la que la sociedad contemporánea ha impuesto a los individuos. En relación con esta iniciativa, Marx tiene siempre en cuenta lo que en la reflexión sobre la *praxis* significa hacer una frontal resistencia al poder que aniquila a la persona bajo perfiles y estrategias diversas, palpables y sutiles a la vez. Este extenso problema, que atraviesa simultáneamente los planos social e individual, obviamente admite múltiples posiciones para comprenderlo y

describirlo; la complejidad que supone estudiar la esfera del poder lleva a la aceptación tácita de que se trata de un problema que en sí mismo carece de bordes fijos, ya que es posible tematizar el poder como creación humana pero igualmente como determinación histórico-social. En este sentido, cabe aclarar que Marx sostuvo la idea de que producción teórica y realidad concreta son esferas indisociables, por lo que el concepto de *praxis* integra en su obra los elementos yuxtapuestos de una ontología que define al ser humano en su dimensión específica, y que faculta para una investigación sobre el poder en esa doble vertiente formativa ya apuntada.

Pero, ¿por qué hacer esta investigación desde un autor del siglo XIX, si a partir de entonces y en la actualidad continúa teniendo tantos detractores? ¿Por qué elegir esta posición discursiva en una época que, como la de hoy, declara orgullosamente haberse remontado por encima de las ideologías antiliberales? ¿Por qué estudiar la obra de alguien que ha sido siempre tan molesto e incómodo, totalmente contrario al optimismo consumista y propagandístico de nuestra actualidad, y que no mostraría el más mínimo agrado por la bonanza de los negocios y de la productividad alcanzada en la era que na sido definida como post-industrializada?

En la problemática tocante a la formación humana que se verifica en la sociedad contemporánea, la actualidad del pensamiento de Marx se posiciona plenamente y supera la crítica que en la segunda mitad del siglo xx se le hizo al conjunto de su obra y que para muchos académicos, políticos, economistas e intelectuales en general, parecía ser una descalificación inobjetable, lo cual puso en tela de juicio la viabilidad de una sociedad como la que su reflexión expuso, como la que su militancia le llevó a concebir y por la que luchó abiertamente. Con este criterio dictado por el temor y la incomodidad que suscitó su trabajo revolucionario fueron también invalidados

los alcances teóricos de su reflexión filosófica. Para dar cuenta de la obsolescencia que en distintas direcciones lo descalificaba, sus numerosos enemigos arguyeron en primer lugar, como verdad evidente, que su concepción de la historia del capitalismo y de la relación entre burguesía y proletariado había quedado refutada por la historia real; que la crítica de Marx a los males sociales capitalistas y a la situación de la clase obrera no tiene ningún verificativo en el aparente estado de bienestar que se vive en la globalización; que su idea de una sociedad nueva ha quedado invalidada por el fracaso histórico del llamado socialismo real y que el comunismo como alternativa social propuesta, tanto como la práctica revolucionaria trazada para que el proletariado acceda a ella, carecen ahora, como siempre, de viabilidad; que la historia del capitalismo no confirma el diagnóstico de Marx acerca de que llegará un momento en el cual la burguesía no podrá incrementar ya el potencial de las fuerzas productivas, provocándose un estancamiento de las mismas. Finalmente, que el carácter de internacionalización o globalización del capital es una muestra de su recuperación periódica y de su fortaleza creciente.

Pero, por otra parte, en una perspectiva histórica y en sectores verdaderamente críticos se ponderan los rasgos de su análisis filosófico que aún cabría mantener; entre otros, podemos suscribir los siguientes: la descripción minuciosa y certera del capitalismo como sistema explotador; la denuncia del estado de miseria en que se encuentra la gran mayoría de los habitantes del planeta; el señalamiento de la tendencia del sistema a la mercantilización de todas las esferas de la vida a escala mundial; la expectativa de que el incremento de la productividad, impulsada por el progreso científico tecnológico, cedería el paso a otra manera de concebir el trabajo; la esperanza de una alternativa social al capitalismo que daría origen a la etapa de la verdadera historia humana, fundada ésta en la

caracterización de una sociedad futura donde se encontrarían nuevos sentidos de la propiedad, del trabajo, de la producción y del poder público; su crítica frontal al consumismo generalizado y a la reducción de la existencia humana a la forma mercancía. Todos ellos son elementos cuya discusión todavía parece ser del todo actual a la vista de la realidad que prevalece y de la necesidad que se tiene de plantearnos una sociedad nueva que tendría que ser definida en el terreno de la emancipación; una comunidad en la que el libre desenvolvimiento de cada uno será la condición para el libre desenvolvimiento de todos los demás.

Por lo que toca a la temática aquí elegida, en la reflexión en torno al concepto de *praxis,* como punto de partida podría aseverarse que existen diferentes momentos en los que Marx lleva a cabo una crítica radical contra la economía política pero desde una perspectiva filosófica, donde el hombre y el trabajo son vistos de manera distinta a como lo hacen los *ideólogos de la riqueza*. Para Marx, en el capitalismo, la producción, el intercambio y el trabajo forman parte de un sistema de relaciones de producción; un sistema que la economía política anuncia con validez irrestricta como si se tratase de la forma universal e intemporal que corresponde a la *naturaleza humana*, pero que constituye, antes bien, una forma histórica de intercambio comercial y trabajo explotador que no responde a la *esencia humana.* Para Marx, la economía política pasa por alto la desvalorización espiritual y física del obrero. Debido a tal condición, pregunta a los economistas: si el trabajo es la fuente de valor, ¿cómo explicar que el obrero no se eleve —y por el contrario se empobrezca material y espiritualmente— al elevarse su productividad? Si este estado de cosas no se percibe es porque para los economistas no tiene valor la vida humana en su peculiaridad y contingencia. Los individuos, los trabajadores, están ahí sólo para provecho del capitalista y para la ren-

ta de los propietarios del suelo. El sistema económico de libre mercado, que según sus apologistas terminaría con la pobreza, además de que brindaría libertad y progreso, tiene en la enajenación del trabajador su más crasa contradicción y miseria, y en el trabajador real, de carne y hueso, su fetiche más notorio.

> La enajenación del trabajador en su objeto se expresa, según las leyes económicas, de la siguiente forma: cuanto más produce el trabajador, tanto menos ha de consumir; cuantos más valores crea, tanto más sin valor, tanto más indigno es él; cuanto más elaborado su producto, tanto más deforme el trabajador; cuanto más rico espiritualmente se hace el trabajo, tanto más desespiritualizado y ligado a la naturaleza queda el trabajador.[2]

Con Marx hemos encontrado un modo nuevo de tratar el problema relativo al ser humano y al individuo concreto, aunque de alguna manera ya se inscribe en la temática reflexiva que apreciamos en el idealismo alemán. Sin embargo, como pensamiento de una época que intenta refutar y superar la especulación metafísica, el de Marx buscará también algo a qué asir su discurso para "poner de pie aquel mundo al revés" que el idealismo describió. El filósofo de Tréveris ya no pregunta por el hombre en términos metafísicos ni apela a un sentido supra-histórico o a un lugar paradigmático en la estructura del mundo, ni a su calidad de instrumento de un plan universal. De lo que trata es de individuos humanos viviendo en circunstancias concretas. Pero, si la modernidad y sus supuestos colocaron al hombre como dueño de sí, y a su trabajo como medio para alcanzar esta meta, los cuestionamientos que Marx formula al respecto son éstos: ¿Cómo llega el hombre a enajenar su trabajo y a hipotecar con ello su esencia humana?

¿De qué modo o en qué momento su trabajo, que había sido la llave para salir de la barbarie, ahora le hunde en un nuevo abismo?

Para Marx la clave de tal explotación está precisamente en la relación del obrero respecto al trabajo, donde se da un extrañamiento con al menos dos perfiles: el hombre es ajeno y está situado fuera de su trabajo, y es ajeno y está situado fuera de sí mismo. Para explicar este doble fenómeno, introduce el análisis de la propiedad privada y como hipótesis la afirmación de que la propiedad privada deriva del trabajo enajenado, es decir, de un *trabajo, una vida, un hombre*, que se han vuelto ajenos a su propio creador. En franca oposición a este estado de enajenación, en un momento dado nuestro autor parece concebir también, siguiendo a la tradición filosófica clásica, una esencia humana bajo la forma de un hombre genérico, de una individualidad abstracta, de la cual puede decirse que la evolución histórica y las relaciones sociales serían su manifestación objetiva. Los *Manuscritos económico-fílosóñcos* revelan que en el trabajo crítico de Marx hay un vínculo con la tradición discursiva que posteriormente enfrenta.

> El joven Marx es el heredero de la Ilustración radical, primero, en su concepto de que el hombre llega a moldear a la naturaleza y, a la postre, la sociedad, de acuerdo con sus propósitos. Es su heredero, en segundo lugar, en su crítica a la inhumanidad del orden actual. La Ilustración hizo surgir una nueva índole de protesta indignada contra las injusticias del mundo. Habiendo demolido las antiguas visiones de un orden cósmico, y habiéndolas expuesto como, en el mejor de los casos, una ilusión, y quizás un engaño, dejó sin justificación todas las diferenciaciones de la antigua sociedad, todas sus cargas y disciplinas especiales.[3]

Pero conviene no perder de vista que la obra de Marx no se perfila hacia la reivindicación de una supuesta *naturaleza humana*-, su objetivo consiste en subrayar que, de cara a una concepción del mundo racionalista y a la vista de la *dolorosa comedia humana,* ya no cabe pedir al cielo clemencia, la Ilustración ha demolido tal posibilidad, ahora el sufrimiento carece de todo fundamento trascendente: es en realidad fruto de la opresión derivada de las relaciones humanas entabladas en distintas formaciones sociales.

> Una cosa es soportar nuestra fortuna como campesino, si tal es nuestro lugar elegido en la jerarquía de las cosas, ordenado por Dios y la naturaleza, pero si la idea misma de sociedad como encarnación de semejante orden cósmico es desechada, si la sociedad es, en cambio, el instrumento común de los hombres que han de vivir bajo el mismo techo político en busca de la felicidad, entonces las cargas y privaciones de esta situación son una brutal imposición, contra toda razón y justicia, mantenidas tan sólo por bellaquería y mentiras.[4]

En el contexto de la crisis económica mundial, caracterizada paradójicamente por la superabundancia de la producción industrial, habría indudablemente una amplia gama de elementos críticos que enumerar. No obstante, uno de los aspectos que a nuestro juicio representa el mayor motivo de influencia y actualidad del pensamiento de Marx es el de la reflexión concerniente a la forma mercancía, la cual, en una época definida por el consumismo, no ha perdido presencia como categoría crítica. Haciendo eco a la postura hegeliana respecto a la Ilustración, Marx suscribe también que la coartada de la explotación y de la opresión no es ya la antigua religión, sino la nueva teoría atomista y utilitarista de la Ilustración, principalmente la que personifican los economistas clásicos. En una

acrisolada expresión como la que encontramos en *Manuscritos,* Marx suscribe que:

> La producción produce al hombre no sólo como mercancía, mercancía humana, hombre determinado como mercancía; lo produce, de acuerdo con esta determinación, como un ser deshumanizado tanto física como espiritualmente. Inmoralidad, deformación, embrutecimiento de trabajadores y capitalistas. Su producto es la mercancía con conciencia y actividad propias... la mercancía humana.[5]

Este concepto de *forma mercancía* representó, para el trabajo reflexivo de innumerables autores, una importante idea, ya que hace referencia a la condición de inhumanidad, a la deformación de la consciencia y a las condiciones de vida de los hombres en el capitalismo avanzado. Siempre que se menciona la forma mercancía para referirse al hombre, tiene esta connotación opresiva y deshumanizante que la obra de Marx ha puesto en el debate sobre el individuo y la sociedad.

"Una vez que se niega lisa y llanamente el libre albedrío, los hombres quedan reducidos sin reservas a la forma corriente de mercancía que cobra su trabajo en el capitalismo desarrollado".[6] Frente a tal condición enajenada del hombre deshumanizado, Marx colocará el restablecimiento del *verdadero ser humano:* aquel que ha recuperado su *praxis,* aquel que considera su trabajo como un medio de expresión propia. Definiendo así una forma de ser humano opuesta a la mercancía, lo que permite pensar, en lo individual y en lo colectivo, que la producción del hombre es al mismo tiempo su auto-creación.

En este sentido, Marx considera que la filosofía ejerce una crítica al estado de cosas existente, porque su tarea principal

consiste en el *restablecimiento del verdadero ser humano*. La crítica filosófica que llevó a cabo en sus escritos ataca la proyección del hombre en la religión y en la filosofía especulativa, abriendo la discusión acerca de la posibilidad de liberación del ser humano tal como Marx lo reconoce en cierto sentido en el conjunto de la obra filosófica de Feuerbach. Además, la filosofía tendrá un trabajo práctico: la liberación de la sociedad humana de los falseamientos creados por la reificación de la propiedad privada, ese mundo al revés, ese mundo de sueños en que viven los hombres en la sociedad de la propiedad privada, transformada hoy día en monopolio mercantil globalizado. De ahí que no a la filosofía especulativa, sino a la filosofía crítica, corresponderá esa tarea, su propósito es claro: la crítica radical al Estado burgués visto como la expresión más acabada de aquel engaño que habla de un orden económico y político presumiblemente fundado en la fraternidad. Mas el trabajo incisivo de la filosofía tiene también un objetivo de fondo: intentar una vuelta del hombre hacia sí mismo, una reintegración. En esta línea reflexiva, escribe Marx en el Tercer *manuscrito*...

> El comunismo como superación positiva de la propiedad privada en cuanto auto-extrañamiento del hombre, y por ello como apropiación real de la esencia humana por y para el hombre; por ello como retomo del hombre para sí en cuanto hombre social, es decir, humano; retorno pleno, consciente y efectuado dentro de toda la riqueza de la evolución humana hasta el presente. Este comunismo es, como completo naturalismo=humanismo, como completo humanismo=naturalismo; es la verdadera solución del conflicto entre el hombre y la naturaleza, entre el hombre y el hombre, la solución definitiva del litigio entre existencia y esencia, entre objetivación y autoafirmación, entre libertad y necesidad, entre individuo y género.[7]

Según Charles Taylor,[8] la posición de Marx fue una síntesis entre dos iniciativas culturales: por un lado la Ilustración radical, que consideró al hombre capaz de objetivar naturaleza y sociedad en la ciencia para ejercer el dominio sobre dichos ámbitos; y por otro lado, la aspiración expresivista a la totalidad como rasgo propio del romanticismo. Para Taylor esto es lo que Marx quiso decir al hablar del comunismo como unión de humanismo y naturalismo. La realización expresiva llega entonces cuando el hombre puede imprimir en la naturaleza su libre designio. Sin embargo, en contraste con un horizonte tan brillante como el que traería un orden social así articulado —en el que se verifica la unión entre hombre y naturaleza—, lo que hoy presenciamos es una sociedad que ha convertido la posesión en el objetivo humano central, donde el afán de dominio corresponde a un mundo enajenado, el cual sólo puede producir degradación y pérdida de sentido para la existencia humana. "La propiedad privada nos ha hecho tan estúpidos y parciales que un objeto sólo es *nuestro* cuando lo tenemos, cuando existe para nosotros como capital, o cuando es... utilizado de alguna manera".[9]

A poco tiempo de cumplirse la primera mitad del siglo XIX, Marx habla a la sazón de la urgencia que hay por restituir al hombre aquella posesión de su ser mediante un cambio radical tanto del individuo como de la sociedad. Para la consecución de este fin, el trabajo político corresponderá a una clase social que por sus características es la más abocada para tal misión histórica. Una clase social que es en sí misma la completa pérdida del hombre y que por esta razón, recobrando su humanidad, esto es, liberándose de la esclavitud, emancipará a todas las esferas de la sociedad. Justamente, la razón de ser

del proletariado no es la de incrementar la riqueza material, sino la de elevar a la sociedad en su conjunto a una existencia humana, eliminando las contradicciones de clase y desapareciendo él mismo como clase. Pero, si bien es cierto que Marx había manifestado su indignación ante la miserable situación de los trabajadores y por la codicia creciente de los capitalistas, por la unilateralidad de las ideas planteadas por los economistas que sólo veían en el trabajador una *herramienta con voz* al puro estilo del Imperio Romano, por lo demás, nuestro filósofo era no menos consciente de que el individuo se halla maniatado frente al orden económico prevaleciente, y que además, se requiere no sólo de una transformación personal, sino de una profunda revolución social para acabar con un estado de cosas así configurado. En este sentido, Marx pensaba que, si para que pudiera darse la transformación de las condiciones económicas establecidas el costo ocasionaba la ruina a la industria entera en su forma de monopolio, el derrumbe de la propiedad del suelo y de la competencia voraz entre capitalistas, ese costo habría de asumirse para "aprender a creer en el hombre". Y ésta es una tarea tanto individual, como social y política, porque la realización de la individualidad de cada hombre es al mismo tiempo su propia existencia para el otro hombre: la sociedad misma es la que produce al ser humano en cuanto tal, pero a la vez la sociedad es producida por él, en una interacción y tensión permanente.

> La esencia humana de la naturaleza no existe más que para el hombre social, pues sólo así existe para él como vínculo con el hombre, como existencia suya para el otro y existencia del otro para él, como elemento vital de la realidad humana; sólo así existe como fundamento de su propia existencia humana. Sólo entonces se convierte para él su existencia natural en su existencia humana, la naturaleza en hombre. La sociedad es, pues, la plena unidad esencial del hombre con

> la naturaleza, la verdadera resurrección de la naturaleza, el naturalismo realizado del hombre y el realizado humanismo de la naturaleza.[10]

Llegamos aquí a un punto importante en el trabajo expositivo que intentamos. En efecto, comúnmente se acepta que en la perspectiva teórica de Marx prevalece la convicción de que no existe el *hombre* sino las relaciones sociales; el hombre es el conjunto de sus relaciones sociales y por lo tanto no habría *sujeto* sino estructuras de la historia. Los anti-humanistas dicen a este respecto que hay un rompimiento radical con la problemática del hombre y la esencia humana en los textos posteriores a *Manuscritos,* y se llegó a hablar de una "revolución teórica", en cuanto a la concepción del hombre y de las relaciones sociales mismas, descalificándose a partir de aquí todo humanismo filosófico por considerarlo ideológico, anticientífico. Frente a dicha consideración esquemática y reduccionista, traeríamos nuevamente a discusión otro fragmento de *Manuscritos* para hacer hincapié en la advertencia de Marx en cuanto a que...

> Hay que evitar ante todo el hacer de nuevo de la "sociedad" una abstracción frente al individuo. El individuo es el ser social. Su exteriorización vital (aunque no aparezca en la forma inmediata de una exteriorización vital comunitaria, cumplida en unión con otros) es así una exteriorización y afirmación de la vida social. La vida individual y la vida genérica del hombre no son distintas, por más que, necesariamente, el modo de existencia de la vida individual sea un modo más particular o más general de la vida genérica, o sea la vida genérica una vida individual más particular o más general... El hombre así, por más que sea un individuo particular (y justamente es su particularidad la que hace de él un individuo y un ser social

> individual real), es, en la misma medida, la totalidad, la totalidad ideal, la existencia subjetiva de la sociedad pensada y sentida para sí, del mismo modo que también en la realidad existe como intuición y goce de la existencia social y como una totalidad de exteriorización vital humana.[11]

Si hemos de tomar por cierto que en *Manuscritos* y en *La Sagrada Familia* Marx aún mantiene en algún sentido su adhesión a Feuerbach respecto a dirigir hacia la esencia humana toda pregunta formulada sobre lo trascendente, reconociéndole el mérito de haber reducido la teología a la antropología, también es preciso tomar en cuenta que empieza a darse un distanciamiento entre ellos, radicalizando Marx su posición en lo tocante al idealismo en general y a un materialismo aún presa de la inmediatez como el que representa Feuerbach. De este modo, en obras inmediatamente posteriores a las arriba nombradas, justamente en "Tesis sobre Feuerbach" (1974), Marx critica en primer lugar el no concebir a la sensibilidad como actividad práctica humano-sensible; en segundo lugar, señala el aislamiento en el que cae el autor de la Esencia *del cristianismo* al plantear un individuo abstracto; y finalmente, le objeta el no percatarse de que el propio sentimiento religioso, blanco de las críticas feuerbachianas es un producto social que, junto con el individuo, pertenece a una particular forma social históricamente determinada. Esta indicación habrá de hacerse más explícita en la *Ideología alemana*, donde da respuesta a un fenómeno concreto característico de la época moderna: el dominio de las estructuras materiales sobre los individuos ha llegado a su forma más aguda y universal.

Al dar un vistazo a la historia, Marx asienta que hay momentos en su decurso en los que puede comprobarse que se ha dado una liberación de los hombres respecto a determina-

das condiciones de opresión, lo decisivo no ha sido, pese a todo, el ideal de hombre por el que luchan en cada etapa tales iniciativas, sino el estado que guardan las fuerzas productivas y la determinación que ejercen sobre los hombres en lo que se refiere a las posibilidades y los límites de su liberación. No obstante, en el mismo contexto, Marx dice que "las circunstancias hacen a los hombres tanto como los hombres a las circunstancias"; en esta tónica también confrontó a la filosofía clásica alemana sobre el papel activo del comportamiento humano, pero trasladando al terreno del materialismo esta actividad práctico-creadora. Si en la filosofía clásica alemana se encuentra la aseveración de que la existencia humana se define por su autonomía, Marx formuló este principio con un nuevo matiz. El hombre actúa sobre la realidad, y al transformarla, crea nuevas condiciones; así, el ser humano es un producto de las condiciones del medio natural y social, y a la vez, transforma y crea estas condiciones. Las condiciones que forman al hombre son a su vez formadas por éste, "...la esencia humana no es una abstracción inherente al individuo aislado. En su realidad es el conjunto de relaciones sociales".[12]

Si se quisiera precisar la inscripción de Marx en el horizonte del pensamiento complejo, bastaría con aludir al concepto de praxis —que la cita precedente puntualmente expone— como aquel concepto que define la totalidad de su obra. En este sentido, y como expresión de un pensamiento de la complejidad, a continuación intentaremos mostrar la actualidad de su filosofía, desplegando dicho concepto de *praxis* en dos temáticas generales, referida una a la formación de la realidad humana individual y la otra a su ordenación histórico-social. Según la formulación anterior, analizaremos entonces el con-

cepto de praxis como eje modelador en una doble acepción: como autoproducción humana y como determinación histórica. En las líneas siguientes habremos de abordar esta hélice problemática, expresión cabal de una complejidad teórica en la filosofía de finales del siglo XIX.

PRAXIS Y CREACIÓN HUMANA: MARX Y EL IDEALISMO

Marx puede llegar al problema de una actividad transformadora y creadora de condiciones nuevas gracias a que los filósofos idealistas habían hecho hincapié en la *autoconsciencia* del hombre, concepto que, vinculado a la discusión sobre el problema del conocimiento, permitió superar aquella idea racionalista abstracta de una *buena mente* que es capaz de conocer de manera científica y que fue tan vanagloriada en el ámbito de la filosofía de los siglos XVII y XVIII. Rebasando ese modelo de una razón analítica, el idealismo alemán desembocará en el *Espíritu absoluto* hegeliano, con el cual intentó desprenderse del residuo mecanicista que igualaba la estructura del mundo físico con el devenir racional de la sociedad. Pero si bien es cierto que Marx está enormemente influido por el lenguaje de la filosofía clásica alemana, objeta la referencia que hace Hegel a la *autoconsciencia en abstracto,* como si fuese en sí misma una entidad, un *Espíritu absoluto,* y las actividades humanas cual si fueran modos de expresión de ese espíritu. Consecuentemente, el concepto hegeliano de hombre forma parte de una filosofía que Marx rechazaba, ya que no aceptó la existencia de un Espíritu *totalizador,* sino de seres finitos, autoconscientes y activos en un ambiente físico independiente de ellos pero transformado y construido con su trabajo.

Empero, en ocasiones el pensamiento de Marx pareció insinuar que la naturaleza externa se transforma y se humaniza de algún modo a medida que el hombre llega gradualmente a usarla y entenderla en un proceso de objetivación de su propia subjetividad, y esto de una manera muy parecida a como Hegel lo concibió. Pero la obra de Marx no es una corriente de pensamiento que pueda agruparse como otra expresión del hegelianismo; por el contrario, lo que presenciamos es el propósito de la filosofía por superar, no ya un *residuo mecanicista*, sino un *residuo idealista* en el intento por conocer lo real. La redefinición de la esencia humana es uno de los problemas que vendrán a jugarse en este enfrentamiento entre Marx y el idealismo, y Marx sabe que no es algo que deba pasarse por alto o ignorarse sin más, pues la lucha que el idealismo sostuvo contra aquella mecanización de la condición humana es sin duda uno de sus mejores aportes. Sin embargo, ¿por qué y cómo quitar el ropaje metafísico a una reflexión como la del idealismo, cuyo propósito es deslindarse del ordenamiento factual para salvar una dimensión humana? Responder al porqué de este intento se desprende de las propias exigencias de la época que a Marx le tocó vivir, época en que la investigación científica se lanza frontalmente contra toda concepción que postule realidades suprasensibles.

Para lograr esta depuración y deslinde respecto a las conclusiones idealistas, para Marx lo primero que hay que aceptar es la existencia de seres humanos reales y, si hablamos de espíritus, los únicos espíritus autoconscientes racionales que conocemos son humanos, y se trata además de espíritus desarrollados en cuerpos; por ende, todas nuestras ideas acerca de procesos espirituales son ideas de actividades que se conforman también por aspectos físicos. En realidad no podríamos concebir las actividades espirituales aparte de las acciones físicas en que se manifiestan, luego entonces, si hay acaso

espíritu, éste es finito, diversificado y "esencialmente" corpóreo. La necesidad que siente Marx por señalar lo anterior se debe a que se sitúa frente al lenguaje de Hegel, en donde la manifestación singular no puede existir más que dentro de la conexión universal de la totalidad, y el sentido y función de lo singular sólo se concreta en el proceso de la totalidad, aseveración hegeliana que, en un tiempo con signo positivista como el de Marx, claramente representa una perspectiva metafísica. Así, frente a los planteamientos hegelianos, Marx se radicaliza y en ocasiones muestra una posición tan polarizada que podría parecer incluso que simplifica a Hegel, al punto que en algunos momentos Marx juzga a Hegel apresuradamente y pareciera ser que éste habla de la *autoconsciencia* como si fuese no una propiedad del hombre, sino una entidad que tiene propiedades tales como individuos, sujetos o agentes; y los hombres, convertidos también en una abstracción, son vistos por Hegel como si fuesen una propiedad de la *autoconsciencia*. Hegel —nos dice Marx—, toma al revés las cosas.

Esta imagen de Marx (crítico implacable del idealismo), puede ser quizá una mera simplificación, atribuible tal vez no a Marx mismo, sino a un cierto marxismo enemigo de la filosofía, puesto que Hegel no habla de los hombres como si fuesen propiedades del espíritu, al contrario, habla de ellos como personas, individuos, seres de carne y hueso, pero, ciertamente, como vehículos o medios de un *Espíritu absoluto* revelado en las actividades de hombres y comunidades humanas concretas a lo largo de la historia, mas no como seres pasivos o meros instrumentos usados por algo superior a ellos. Esta aclaración adquiere relevancia porque, más allá de una consideración pasiva y mecanizada de la dialéctica infinitud-finitud en Hegel —que es en donde se plantea la relación entre individuo y absoluto—, el problema que aquí importa es el que desemboca en la posición del hombre, ya que el abso-

luto, según el hegelianismo, existe tal como se revela en las actividades de lo finito. De *facto,* el todo y las partes reflejan un vínculo co-dinámico, su única diferencia consiste en que mientras las partes se limitan entre sí, nada fuera de él limita al todo. En este desarrollo del problema entre finitud y totalidad se revela que, en efecto, el *Espíritu absoluto* es auto-creativo y, en su forma limitada, también el hombre lo es, puesto que el individuo humano es un ser autoconsciente en cuyas actividades se muestra activo el espíritu. El hombre se revela a la sazón como ser auto-creativo y, al aceptar esto, Marx parece olvidar su repudio a Hegel haciendo suya aquella reflexión de cuño hegeliano que rechaza la distinción cartesiana entre espíritu y cuerpo como dos órdenes distintos, la sustancia extensa como mecanismo y necesidad, y la razón humana como libertad.

Pero si necesidad y libertad, mecanismo y razón, son esferas opuestas en el pensamiento de Descartes, ya en Spinoza queda anulada dicha oposición y Hegel es heredero de esta síntesis. Si el espíritu entonces no tiene identidad aparte del cuerpo, ni existe como algo separado de él, podría decirse que el hombre es un espíritu corpóreo, auto-creativo, parte y producto de la naturaleza, aunque una parte que ciertamente tiene diferencias esenciales respecto al resto de la naturaleza, ya que el hombre es creativo en ciertos sentidos en que no lo es ningún otro ser de nuestro mundo conocido.

Ahora bien, a pesar de que Marx, según nuestra argumentación, ha aceptado la espiritualidad de lo humano ¿en qué difiere a fin de cuentas del idealismo? ¿Cómo se da en Marx la definición de la *espiritualidad humana* entendida aparentemente hasta aquí como *esencia humana?* ¿En dónde está el matiz que permite a Marx abrir una nueva línea en la discusión entre lo general y lo particular? ¿Cómo se abandona la caduca forma idealista de plantear el problema?

En primer término, Marx rechazó la realidad de un espíritu totalizador, absoluto, como aquella dimensión que no tiene nada externo a sí misma, que todo lo abarca. No obstante, a veces Marx pareció hablar de la humanidad, cuya naturaleza esencial se realiza por medio de las actividades de hombres particulares, de manera parecida a como hablaba Hegel del *espíritu* en su relación con comunidades o personas particulares. En segundo término, Marx buscó contrarrestar esta dependencia respecto a Hegel, declarando que para hacer frente al discurso metafísico, el asunto es ir al hombre mismo, a la raíz de todo problema. Pero aquí los idealistas se habían adelantado también, porque el hombre se destaca, según opinión de éstos, en que difiere de los animales inferiores al estar consciente de sí mismo, lo que le hace un ser autoconsciente en la interrelación con otros seres de su misma clase. Para el idealismo el hombre es algo más que una criatura que sólo busca satisfacer sus apetitos, ya que es un ser que se interesa en sí mismo como persona y se interesa también en otros seres a quienes reconoce como personas semejantes a él. Esto quiere decir que solamente en la sociedad, mientras se forma en las relaciones sociales con otros, el hombre cobra consciencia de su humanidad, puesto que es un *ser genético*, y sabe acerca de sí mismo porque sabe acerca de otros hombres.

Marx aplica al hombre el término *ser genérico* porque éste se comporta consigo mismo como un ser universal y, por tanto, libre. Pero subraya que para ser libre, para ser capaz de hacer elecciones, para tomar decisiones y actuar en consecuencia, una criatura debe ser autoconsciente, debe poder ser consciente de sí misma en situaciones en las que tendrá que actuar, viéndose como iniciadora de tal cambio. Aquí parece que de nuevo se ha colado el problema central de la modernidad clásica acerca de un yo que perdura, de un yo implicado en diferentes situaciones pero que puede distinguirse de ellas, porque

si no, ¿cómo tomaría decisiones? ¿Cómo su voluntad podría ser distinta de los meros deseos o aversiones?

> El hombre aprende a pensar, como sólo él puede hacerlo, adquiriendo un lenguaje, y el lenguaje es un producto de la interrelación social; y el comportamiento peculiar del hombre es el comportamiento de un ser que piensa como sólo el hombre puede hacerlo... En su actividad, a medida que desarrolla sus facultades se convierte en su propio objeto pues es lo que sus actividades hacen de él y llega a conocerse a sí mismo a través de tales actividades, se objetiva a sí mismo a través de lo que le es externo y no lo hace solo, sino en sociedad con otros.[13]

La existencia humana se define por este intercambio o proceso referido en la cita precedente. El hombre actúa sobre la naturaleza y al hacerlo así se vuelve humano, desarrolla las facultades peculiares de su especie y en este proceso igualmente humaniza de alguna manera a la naturaleza, adaptándola a sus usos y llegando a entenderla desde su punto de vista humano, de modo que las ideas del hombre acerca de la percepción y del pensamiento se aplican sólo a seres finitos, siendo por lo tanto percepción y pensamiento desde un punto de vista. Esta aseveración que parecería totalmente gratuita, supone que existe un mundo independiente del ser finito que percibe y piensa, un mundo donde ese ser tiene un lugar y un momento. Así, la idea de un mundo independiente queda implícita en la afirmación de que toda la experiencia se realiza desde un punto de vista y que su contenido cambia cuando lo hace el punto de vista, como ya señalaba Leibniz.

El hombre sabe esto porque gracias al trabajo —que implica su actuación en un ambiente natural externo a él— de-

sarrolla sus facultades y educa sus sentidos, y de esta manera se convierte en el ser creador que es. Al llegar a reconocerse como auto-creativo, alcanza la *mayoría de edad*. Como ser racional, moral y creativo es el productor de sus propias actividades, que implican un largo curso de intercambio social y cultural, mismo que consiste precisamente en eso que él ha hecho y sus efectos sobre sí mismo. Entendiéndose como ser creador y entendiendo también a su ambiente, el ser humano ya no necesita postular un creador externo a sí. El hombre tiene entonces un poder inmenso.

> El hombre es su propio instrumento, y por esta razón es también su propio fin. En virtud de que sabe que tiene habilidades y las usa deliberadamente, el hombre tiene control de sí mismo, es su propio amo. No sólo usa sus habilidades sino que también deliberadamente las adquiere; se hace a sí mismo la clase de persona que necesita ser para alcanzar lo que quiere alcanzar. En virtud de que es un productor de cosas en un sentido en que no lo son otros animales, es también un hacedor de sí mismo, como no lo son otros animales.[14]

En este sentido, Marx cree que la imagen del mundo que el hombre posee es una imagen tanto de la naturaleza como de la sociedad, en donde sus formas de pensar acerca de la naturaleza afectan igualmente sus formas de pensar acerca de la sociedad y en este circuito, todas las ideas que usa con el fin de describir y explicar lo que cae dentro del alcance de su experiencia, son indudablemente sus propios productos. Sin embargo, de estas cuestiones acerca del hombre con sus capacidades desplegándose, Marx pasó al análisis de su condición de ser social, lo que significa: dependiente. Este trabajo lo llevó a cabo en *El Capital* (1978), obra en la que investiga la estructura interna y las leyes del movimiento del modo de

producción capitalista, pero que es también el intento por aportar las pruebas de la posibilidad y necesidad de la revolución. De tal manera, *El Capital* no es un mero estudio "teórico", su objetivo es suscitar, provocar o precipitar la derogación, la cancelación definitiva de la "auto-enajenación" humana; o, en palabras de Engels, es la expresión de la "gran revolución", gracias a la cual los hombres se convertirán en verdaderos amos autoconscientes de su propia organización social, donde el socialismo ya no aparecerá como un mero ideal, sino como una fase necesaria del desarrollo de la humanidad hacia la cual la misma historia tiende. Esta aseveración surge, por una parte, porque la sociedad futura se vislumbra con una cierta necesidad, derivada del enfoque metodológico que se utiliza para explicar las fases de desarrollo pre-burguesas, las cuales se presentan como supuestos históricos ya abolidos. Por otro lado, en las condiciones de producción capitalista, las circunstancias en que se despliega la vida humana se presentan según Marx como aboliéndose a sí mismas y, por lo tanto, poniendo los supuestos históricos para un nuevo ordenamiento social.

En la crítica que hace Marx al idealismo desde una consideración materialista de la historia, encuentra que ha llegado directamente al análisis de las contradicciones que hay en las relaciones de producción capitalistas; en la crítica al sistema capitalista, ha llegado a la identificación de las contradicciones que aparecen en las formaciones sociales precapitalistas. Resulta de aquí una perspectiva de la historia de la humanidad dividida en etapas que, en su fluir, revelan, por contraste, la condición del individuo. La historia de la humanidad es un proceso necesario de formación de la personalidad humana y de su libertad: *praxis*. Marx reconoce que la expresión de este proceso de desenvolvimiento humano se ha logrado en la filosofía clásica alemana, aceptando que la tarea siguiente con-

sisaría en despojar esas nociones de toda ilusión ideológica poniéndolas sobre la base firme de la historia real, del desarrollo de las relaciones sociales de producción. Sobre este fondo se pondrá a contra luz el problema humano individual en su condición de ser social y, por tanto, creativo y dependiente a la vez.

> Las relaciones de dependencia personal (al comienzo sobre una base del todo natural) son las primeras formas sociales, en las que la productividad humana se desarrolla solamente en un ámbito restringido y en lugares aislados. La independencia personal fundada en la dependencia respecto a las cosas es la segunda forma importante en la que llega a constituirse un sistema de metabolismo social general, un sistema de relaciones universales, de necesidades universales y de capacidades universales. La libre individualidad, fundada en el desarrollo universal de los individuos, y en la subordinación de su productividad colectiva, social, como patrimonio social, constituye el tercer estadio. El segundo crea las condiciones del tercero.[15]

La consecuencia a donde va a desembocar la minuciosa descripción de este tejido de implicaciones que es *El Capital*, consiste en que al considerar relaciones sociales precapitalistas, es decir, sistemas donde se encuentra muy poco desarrollado el valor de cambio, la condición de los hombres (aun cuando sus relaciones aparezcan como relaciones entre personas) revela que su actuación como individuos está determinada, ya que toda vinculación recíproca se da siempre desde cierta posición: como señor feudal y vasallo; como propietario territorial y siervo de la gleba; como miembro de una casta o como perteneciente a un estamento. Pero —y he aquí el agudo análisis

de nuestro filósofo—, en el desenlace de lo que él considera las relaciones monetarias, los vínculos de dependencia personal y las diferencias de sangre, de educación, etcétera, quedan desgarrados y destruidos los lazos humanos; los individuos parecen ser independientes, libres de enfrentarse unos a otros y de intercambiar esa libertad. Ésa es la gran apariencia de libertad que a los liberales tanto seduce, pero ésta es una apariencia tan sólo para quienes se abstraen de las condiciones de existencia bajo las cuales esos individuos entran en contacto.

Se ha dado aquí una completa metamorfosis en la condición humana, porque en las formaciones precapitalistas el carácter determinado de un individuo aparece como una limitación personal de éste por parte de otro; en el capitalismo, en cambio, existe asimismo una limitación material del individuo pero como resultante de relaciones que son independientes de él y que al parecer se apoyan en sí mismas. Mediante el razonamiento de Marx llegamos al esclarecimiento de un tipo de sociedad en donde la dinámica de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción aquí impuestas, determina un espacio de poder real dominado por leyes ineluctables, espacio del que no es posible salir más que revolucionando el modo de producción dominante.

> Se dijo y se puede volver a decir que la belleza y la grandeza de este sistema residen precisamente en este metabolismo material y espiritual, en esta conexión que se crea naturalmente, en forma independiente del saber y de la voluntad de los individuos, y que presupone precisamente su indiferencia y su dependencia recíprocas. Y seguramente esta independencia material es preferible a la ausencia de relaciones o a nexos locales basados en los vínculos naturales de consanguinidad, o en las relaciones de señorío y servidumbre. Es igualmente cierto que los individuos no pueden dominar sus

propias relaciones sociales antes de haberlas creado. Pero es también absurdo concebir ese *nexo puramente material* como creado naturalmente, inseparable de la naturaleza de la individualidad e inmanente a ella... El nexo es un producto de los individuos. Es un producto histórico. Pertenece a una determinada fase del desarrollo de la individualidad. La ajenidad y la autonomía con que ese nexo existe frente a los individuos demuestra solamente que éstos aún están en vías de crear las condiciones de su vida social en lugar de haberla iniciado a partir de dichas condiciones.[16]

Pero si los individuos —tal como se dice en la larga cita anterior— crean sus condiciones de vida social y, si la posibilidad de dominar dichas relaciones sociales está históricamente determinada, de aquí podemos sacar al menos dos importantes consecuencias de la reflexión crítica de Marx. La primera es que la acusación de mesianismo en contra suya no es tan oportuna como llegó a creerse, porque si el estado que guarda una sociedad pertenece a una determinada fase de desarrollo de la individualidad, Marx sabía que los modelos siempre son trampas cuando contemplan el futuro de la sociedad presuponiendo la permanencia de una *naturaleza humana* que finalmente se realiza. Marx afirmaba por el contrario que la pretendida *naturaleza* es un producto de las condiciones sociales.

Una segunda consecuencia de la determinación histórica de los individuos y de su vida social es que el fin de la acción política que Marx sostiene en su trabajo teórico y en su actividad militante —el objetivo a largo plazo de *El Capital*— es la creación de una sociedad racional, el comunismo, en la cual la abolición de la explotación económica suprimirá un tipo de

relación que envenena la existencia social: la relación entre dominante y dominado.

Esta aseveración nos permite inferir que *El Capital*, obra surgida como ya se dijo del anhelo de investigar la estructura interna y las leyes del movimiento del modo de producción capitalista, pero también del deseo de aportar las pruebas de la posibilidad y necesidad de la revolución, conjuga los intereses del Marx maduro con los del joven; la revolución está destinada a suscitar la derogación de la auto-enajenación humana, transformándose los individuos en amos autoconscientes de su propia organización social. En este punto podríamos situar el principal ataque que sus adversarios han dirigido contra Marx al cuestionarle aquella especulación futurista o necesidad teleológica de una sociedad que permitirá a los hombres alcanzar una condición verdaderamente histórica. Apreciación en la cual el comunismo no aparecerá como un ideal, sino como una fase necesaria del desarrollo de la humanidad hacia la cual la misma historia tiende. La sociedad futura se plantea siempre como una necesidad derivada del enfoque metodológico elegido por Marx, pues las fases preburguesas se presentan como supuestos puramente históricos, o sea, abolidos, y las condiciones actuales de la producción se presentan como aboliéndose a sí mismas a causa de la enajenación en la que se encuentran los individuos en relación con su propio trabajo. Este desenlace ha franqueado el paso a estructuras de poder e intereses oligárquicos que atentan contra la sociedad, por lo cual un nuevo ordenamiento social reclama su formulación. Mas, ¿en qué consiste la enajenación del trabajo y cómo es que las condiciones de la estructura social y económica se presentan como aboliéndose a sí mismas? Nuevamente los *Manuscritos* se revelan como la fuente principal que nos da la respuesta de Marx a dicha pregunta:

> En primer lugar, en que el trabajo es exterior al obrero, es decir, no pertenece a su esencia, y por lo tanto que el obrero no se realiza sino que se niega en su trabajo, no se siente bien sino desdichado, no desarrolla sus energías físicas e intelectuales libres sino que desgasta su físico y arruina su intelecto. Por lo tanto, el obrero se halla fuera del trabajo en sí mismo y fuera de sí en el trabajo. De esta situación imperante en la sociedad capitalista se origina la reversión de todos los valores humanos. Lo animal se convierte en lo humano y lo humano se convierte en lo animal.[17]

Cabe señalar nuevamente aquí que, como crítica al idealismo, la consideración materialista de la historia condujo directamente al análisis de las contradicciones que tienen lugar en las relaciones de producción en el sistema capitalista, contraponiéndolas a las que se dan en las formaciones sociales precapitalistas, de donde resulta una forma de ver la historia de la humanidad dividida en etapas que revelan la condición del individuo. La historia de la humanidad es considerada entonces como *praxis,* como un proceso necesario en la formación de la personalidad y de la libertad humanas. Marx es consciente de que dicho proceso de desenvolvimiento humano ha sido reconocido por el idealismo alemán, en consecuencia, la tarea siguiente era liberarlo de toda ilusión ideológica y poner el asunto sobre la base firme de la historia real, del desarrollo de las relaciones sociales de producción. En esta dialéctica entre el desenvolvimiento del individuo y el desarrollo del ser social se perfila el problema humano en su cabal dimensión.

Con la depuración crítica de todo idealismo, Marx ha llevado la discusión al terreno que buscaba: al análisis de las condiciones económicas del hombre, la sociedad y la historia. Pero ahora la crítica habrá de dirigirse contra la perspectiva

de los economistas e ideólogos del capitalismo que conciben el estado de cosas en este modo de producción como si fuera la condición natural que al hombre conviene, considerándolo simplemente como comprador o vendedor. Sin embargo, según Marx hay tan pocas relaciones que se expresan en el vínculo de comprador y vendedor, que ambos personajes sólo asumen esa relación en cuanto se niega su trabajo individual. Por lo tanto, es inexacto imaginar esos caracteres económicos burgueses de comprador y vendedor como formas sociales eternas de la individualidad humana, como igualmente erróneo es lamentarse de una supuesta supresión de la individualidad debido a ello. Para Marx es tan sólo una ilusión aseverar que en el marco de la libre competencia los individuos, obedeciendo exclusivamente a sus intereses privados, realizan a la vez los intereses comunes o generales. En la libre competencia, más que a los individuos, a lo que se pone libre es al capital, y en esta confusión se toma el derrumbe de las barreras provocado por la libre competencia como sinónimo de libertad individual, interpretándose así la libre competencia cual si fuera el último desarrollo de la libertad humana y cualquier oposición como negación de la libertad individual.

Con el arribo del capitalismo como formación histórico-social el poder de autogestión del hombre ha sido desplazado por un poder modelador impersonal, que actúa en los intersticios que dejan la atomización y aislamiento de los individuos entre sí. El perfil de dicha temática se expone en el apartado siguiente.

En la *Ideología alemana* se dice que en el transcurso de la historia de la humanidad el desarrollo de las fuerzas productivas llevó a la sustitución de las relaciones de dependencia originarias, *personales,* por otras meramente "objetivas", y que el vínculo local y nacional de los hombres caracterizado por la cercanía de unos con otros fue sustituido por uno de carácter universal. El propósito de la obra antes mencionada es destacar el sentido contradictorio y dicotómico del progreso social ocurrido hasta ese momento. La *Ideología alemana* muestra la creación de un individuo social más capaz de desarrollarse y más rico en necesidades; mientras que por el otro extremo da cuenta del modo en que tal desarrollo se convirtió en la más amplia alienación y vaciamiento de ese mismo individuo. El tipo de libertad individual en una sociedad así configurada es a la vez la abolición más plena de toda la libertad personal y el avasallamiento total de la individualidad bajo condiciones sociales que adoptan la forma de poderes objetivos. Como respuesta a este desenlace, Marx sugiere que la liberación de los hombres, producida por el capitalismo respecto a las barreras feudales u otras anteriores, en realidad equivalía a una liberación aparente, por tanto la libertad plena, la que se refiere al desarrollo original y libre de los hombres, sólo podrá realizarse en el comunismo.

Con esto llegamos a una cuestión fundamental relativa a la disputa contra los ideólogos liberales. A los enemigos del comunismo, quienes enarbolan la supuesta libertad del capitalismo, Marx les responde que, idealmente, bajo el dominio de la burguesía, los hombres son más libres que antes porque sus condiciones de vida les son fortuitas, pero en la realidad son menos libres, ya que se hallan más sometidos a la

coerción de poderes objetivos, asentados en la estructura de producción tanto como en la esfera del poder político. Esta peculiaridad la podemos inferir haciendo un análisis histórico acerca de la forma mercancía y de la riqueza, elementos que no aparecen en el modo de producción esclavista como objetivo de la producción en cuanto tal. Realmente en la sociedad antigua no encontramos ese interés principal en la producción de bienes, en todo caso lo que se buscaba era saber cuál modo de organización y de propiedad crea los mejores ciudadanos. Sin embargo, algo muy diferente es lo que se produjo en la época moderna, en la que la riqueza nada tiene que ver con el desarrollo y la formación humana, sino simple y llanamente con cosas, con mercancías: la producción es ahora el objetivo del hombre y la riqueza es el objetivo de la producción.

En los intereses teóricos que guían la escritura de *El Capital,* Marx responde a ese vacío concepto de riqueza que los economistas han propuesto, concibiendo la riqueza en un sentido más amplio. En la obra de Marx ésta podría definirse como la universalidad de necesidades, capacidades y fuerzas productivas de los individuos creadas en el intercambio universal de su devenir histórico; como desarrollo pleno del dominio humano sobre su propia naturaleza; como realización de sus disposiciones creadoras, sin más presupuesto que el desenvolvimiento histórico previo, objetivando a plenitud todas las fuerzas humanas en cuanto tales; la riqueza como una elaboración colectiva en la cual el hombre no se reproduce en su carácter determinado o medido con un patrón preestablecido, sino que produce su plenitud total, estado en el cual no busca permanecer como algo devenido, sino que se encuentra en el movimiento absoluto del devenir. Algo muy distinto sucede en la economía burguesa que se caracteriza por la destrucción de todos los objetivos que llevarían a la elaboración plena de la vida humana.

Para Marx, en donde impera el capital encontramos como consigna principal exprimir *plustrabajo* con la mayor desconsideración, explotando y oprimiendo a las masas populares. Todos los sistemas de producción anteriores quedan totalmente rebasados en energía y eficacia respecto a la producción y explotación de los trabajadores. En el capitalismo se trabaja por encima de lo exigible para el mantenimiento inmediato de la vida, incrementando con ello, en una medida inédita, las fuerzas productivas sociales, las necesidades y las capacidades de los hombres. Pero no sólo la sociedad se ha transformado, los hombres mismos en su condición individual también han sufrido una metamorfosis: han asumido la forma de diminutas piezas de un engranaje en el movimiento total de la producción.

> Los principales agentes de este modo mismo de producción, el capitalista y el asalariado, sólo son, en cuanto tales, encarnaciones, personificaciones de capital y trabajo asalariado, determinados caracteres sociales que el proceso social de producción estampa en los individuos; productos de esas determinadas relaciones sociales de producción.[18]

Como configuración formativa, el capitalismo ha revolucionado, sin lugar a dudas, la estructura productiva con una complejidad creciente que no tiene precedente alguno, pero en su despliegue, ha simplificado igualmente al ser humano, llegando a causar casi el completo vaciamiento de la existencia individual. Es necesario entonces acceder a una nueva forma de organización de la sociedad que no represente, empero, una propuesta de retorno idílico a otras formas anteriores de existencia social, pero que tampoco sea un capricho fundado en los buenos deseos o en un entusiasmo filantrópico. De

este modo, al capitalismo hay que marcarle con claridad su estado de agotamiento, según Marx el cometido histórico de dicha formación ya se ha cumplido cuando las necesidades están tan expandidas que el trabajo excedente, que va más allá de lo necesario, ha llegado a convertirse él mismo en una necesidad general que surge de las necesidades individuales mismas. Este cometido histórico se ha cumplido porque la disciplina estricta del capital, por la que han pasado generaciones sucesivas, ha acrecentado la laboriosidad como posesión de las nuevas generaciones de trabajadores, y finalmente se ha cumplido el cometido del capitalismo porque el desarrollo de las fuerzas productivas de trabajo ha alcanzado un punto tal que la posesión y la conservación de la riqueza general exige un tiempo de trabajo menor para la sociedad entera. Una vez que hemos arribado a cierto grado de madurez, la forma histórica determinada deberá dejar su lugar a otra formación superior, impulsando así el trabajo más allá de los límites impuestos por la necesidad natural y creando los elementos materiales para el perfeccionamiento de una individualidad rica, tan multilateral en su producción como en su consumo, en donde el trabajo se presente como momento pleno de la actividad misma, desapareciendo la necesidad natural, porque su lugar lo ha ocupado una necesidad que ha sido producida históricamente.

Semejante transformación es factible esperarla porque el capital se caracteriza por el constante cambio de sus premisas existentes. Así, aunque el capitalismo es, por su propia naturaleza, limitado, tiende a un auge universal de las fuerzas productivas y se convierte en la base de un nuevo modo de producción, que no está fundado sobre el florecimiento de las fuerzas productivas con vistas a reproducir y, a lo sumo ampliar, una situación determinada, sino que es un modo de producción en el cual el mismo impulso libre, expedito, pro-

gresivo y universal de las fuerzas productivas, constituye la premisa de la sociedad y, por ende, de su reproducción, en donde el único propósito es el de superar el punto de partida.

> Que ha llegado el momento de tal crisis es algo que se advierte no bien la contradicción y el antagonismo entre las relaciones de distribución, y por ende también entre la figura histórica determinada de las relaciones de producción que les corresponden, por un lado, y las fuerzas productivas, la capacidad de producción y el desarrollo de sus fuerzas operantes, por el otro, ganan amplitud y profundidad. Entonces se verifica un conflicto entre el desarrollo material de la producción y su forma social.[19]

Sólo sobre una nueva base será posible la universalidad del ser humano, no como algo pensado o imaginado, sino como universalidad tanto real como ideal. Justamente se puede plantear con este perfil, real e ideal a la vez, porque tal universalidad permite a la conciencia del individuo ascender a la comprensión de su propia historia. Conocimiento gracias al cual —en relación con el auge del capitalismo— podría advenir una solución para el problema de la personalidad humana y su emancipación. Pues si en la sociedad capitalista tal cual es no estuvieran, aunque ocultas, las condiciones materiales de producción y circulación necesarias para una sociedad sin clases, todas las tentativas para hacerla estallar serían meras fantasías.

Empero, ¿cómo un sistema alienante y explotador puede contener las premisas o la posibilidad de libertad y realización plena para los individuos? La respuesta a esta interrogante la encuentra Marx en el interior mismo del sistema al evaluar las características del trabajo que el maquinismo ha puesto en marcha. En efecto, el uso de las máquinas automáticas deni-

gra al trabajador individual al nivel de una herramienta parcial o lo transforma en un mero elemento del proceso laboral, aunque por otra parte este mismo desarrollo tecnológico crea también las condiciones para que el gasto de esfuerzos humanos se reduzca a un mínimo, abriéndose la posibilidad de desplazar a los trabajadores *parcializados* para hacer emerger individuos polifacéticos. En la medida en que la gran industria se expande, la creación de la riqueza se vuelve menos dependiente del tiempo de trabajo que del poder de los agentes puestos en movimiento durante la jornada en la era industrial, este poder se vincula al estado general de la ciencia y al progreso de la tecnología, de tal manera que en su actividad laboral el hombre se comporta como supervisor y regulador respecto al proceso de producción mismo. El trabajador ya no introduce el objeto natural que en la cadena productiva ha sido modificado como eslabón intermedio entre la cosa y él mismo, sino que inserta el proceso natural, al que transforma en industrial, como medio entre sí mismo y la naturaleza inorgánica a la que domina. En esta transformación el pilar fundamental de la producción y de la riqueza no es el trabajo inmediato ejecutado por el hombre ni el tiempo que éste trabaja, sino la apropiación de su fuerza productiva general, su entendimiento de la naturaleza y el aprovechamiento de la misma gracias a su existencia como cuerpo social, al perfeccionamiento del individuo y a su *praxis* histórica.

La forma inmediata del trabajo ha dejado de ser la fuente de la riqueza, a su vez el tiempo de trabajo deja de ser también la medida de la riqueza y el valor de cambio deja de ser la medida del valor de uso, el *plustrabajo* de la masa entonces ya no puede ser tampoco la condición para el incremento de la riqueza social. De este modo la producción fundada en el valor de cambio no puede sostenerse ya. Según Marx, en su lugar hay que pensar la posibilidad de un crecimiento libre de las

individualidades, al reducirse el trabajo necesario de la sociedad a un mínimo se dará paso a la formación artística y científica de los individuos, gracias al tiempo que se ha vuelto libre y a los medios creados para todos, éste es precisamente el comunismo.

> La supresión de la forma capitalista de producción permite restringir la jornada *laboral* al *trabajo necesario.* Este último, sin embargo, bajo condiciones en lo demás iguales, ampliaría su territorio. Por un lado, porque las condiciones de vida del obrero serían más holgadas, y mayores sus exigencias vitales. Por otro lado, porque una parte del plustrabajo actual se contaría como trabajo necesario, esto es, el trabajo que se requiere para constituir un fondo social de reserva y de acumulación.[20]

En el pensamiento de Marx encontramos ahora la idea de que si la riqueza real es la fuerza productiva desarrollada por el conjunto de todos los individuos, entonces el tiempo de trabajo no será la medida de la riqueza, ya que ésta se medirá, antes bien, como tiempo disponible, como ocio.

> Cuanto más se acrecienta la fuerza productiva del trabajo, tanto más puede reducirse la jornada laboral, y cuanto más se la reduce, tanto más puede aumentar la intensidad del trabajo. Socialmente considerada, la productividad del trabajo aumenta también con su economía. Ésta no sólo implica que se economicen los medios de producción, sino el evitar todo trabajo inútil. Mientras que el modo capitalista de producción impone la economización dentro de cada empresa individual, su anárquico sistema de competencia genera el despilfarro más desenfrenado de los medios de producción sociales y de las fuerzas de trabajo de la sociedad, creando

> además un sinnúmero de funciones actualmente indispensables, pero en sí y para sí superfluas.[21]

En el derroche que la superabundancia del capitalismo permite, comprobamos al mismo tiempo una creciente restricción de los intereses del individuo, intereses que podrían tener cabida en una organización productiva que atendiera prioritariamente el aspecto humano del trabajo como exteriorización de la subjetividad humana. En *El Capital* vemos un pronunciamiento enfático del autor cuando dice:

> Una vez dadas la intensidad y la fuerza productiva del trabajo, la *parte necesaria de la jornada social de trabajo para la producción material* será tanto más corta, y tanto más larga la parte de tiempo conquistada para la libre actividad intelectual y social de los individuos, cuanto más *uniformemente* se distribuya el trabajo entre todos los miembros aptos de la sociedad, cuanto menos una capa social esté en condiciones de quitarse de encima la necesidad natural del trabajo y de echarla sobre los hombros de otra capa de la sociedad. El límite absoluto trazado a la reducción de la jornada laboral es, en este sentido, la *generalización del trabajo.* En la sociedad capitalista se produce tiempo libre para una clase mediante la transformación de todo el tiempo vital de las masas en tiempo de trabajo.[32]

Este interés por la manera en que se desenvuelve el trabajo y sus consecuencias, no es algo que aparece sólo en la obra tardía de Marx; por el contrario, ya en *Manuscritos,* al referirse a la esencia del hombre, nuestro autor se ocupa de lo que podemos considerar como umversalmente humano, y esto es precisamente lo que el hombre realiza en el proceso de la historia mediante su actividad productiva. Pero no en el

sentido que interesa a la economía política, sino argumentando a favor de la plenitud y emancipación de los seres humanos. Así, el hombre rico se realiza en un complejo de manifestaciones humanas de la vida que distinguen el sentido del tener y el sentido del ser, donde además cabe la posibilidad para cada quien de afirmar su individualidad como un ser humano total en cada una de sus relaciones con el mundo. De aquí que surja como una verdadera necesidad el afán de plantear un tipo de sociedad que permita la autorrealización del hombre en la relación y en la unidad de él mismo con la naturaleza, una sociedad que posibilite el desenvolvimiento de la personalidad individual, realización que en Marx sólo puede entenderse en relación con su concepto de trabajo.

> El trabajo, para Marx, es una actividad, no una mercancía. Marx llamó originalmente a la función del hombre "actividad personal", no trabajo, y habló de la "abolición del trabajo" como fin del socialismo. Después, cuando hizo la diferencia entre trabajo libre y trabajo enajenado, utilizó el término *emancipación del* trabajo.[33]

En *El Capital*, Marx considera al trabajo como un proceso dado entre la naturaleza y el hombre, proceso en el cual el ser humano realiza, regula y controla, a través de su acción, el intercambio de materias con la naturaleza, poniendo en funcionamiento las fuerzas naturales de su condición corporal y haciendo uso de las materias que la naturaleza le brinda. Pero, dice Marx, actuando sobre la naturaleza exterior a él, transformándola, el ser humano transforma también su propia naturaleza ensanchando sus capacidades.

> El trabajo es la autoexpresión del hombre, una expresión de sus facultades físicas y mentales individuales. En este proceso de actividad genuina, el hombre se desarrolla, se vuelve él mismo; el trabajo no es sólo un medio para lograr un fin —el producto—, sino un fin en sí, la expresión significativa de la energía humana; por eso el trabajo es susceptible de ser gozado.[34]

En este sentido, podría decirse que Marx es un idealista al pensar que este tipo de sociedad es posible. Pero nuestro filósofo no es ningún ingenuo, la dialéctica de su método conduce a pensar por negaciones, por contrastes. Es por ello que describe con toda amplitud lo opuesto a aquel mundo ideal en donde el trabajo es la autoexpresión del hombre. En consecuencia, la antítesis que nos muestra en el análisis crítico de su filosofía, no es otra cosa que la configuración del mundo real, mismo que a partir del industrialismo del siglo XIX se ha desplegado en los rincones más remotos del mundo con toda su ruindad.

La perversión del trabajo creativo en trabajo enajenado es la principal objeción de Marx en contra del capitalismo, porque el trabajo es la expresión de la individualidad, pero también la posibilidad de realización del hombre total. Como respuesta a este declive de la personalidad, la tarea crítica de la filosofía consistirá en la transformación del trabajo enajenado, sin sentido, en trabajo libre, realmente productivo, cuya finalidad no es un producto específico sino la recuperación del hombre por sí mismo, la recuperación de una naturaleza humana que está determinada históricamente. Si el capitalismo sigue siendo una calamidad para la humanidad al convertir a las personas en mercancías, en cosas intercambiables, estas mismas personas no se emanciparán de dicha tiranía sino

hasta que llegue el momento de afirmarse como sujetos de la historia en lugar de ser sus objetos. El complejo entramado que habría que dilucidar en nuestra época fue señalado por filósofos como Gramsci, quien identificó como una de las tareas centrales del pensar filosófico el arribo a este cometido: trabajar sobre el esclarecimiento de la praxis y en la realización de una filosofía que la comprendiera.

FUENTES CONSULTADAS

ADORNO, T. W, Dialéctica negativa, Madrid, Taurus, 1975.

FROMM, E., Mars y su concepto del hombre, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.

MARX, K., La sagrada familia, México, Grijalbo, 1958.

————, "La ideología alemana", Obras escogidas, Moscú, Progreso, 1974.

————, "Tesis sobre Feuerbach" (VI), en K. Marx y F. Engels, Obras escogidas, Moscú, Progreso, 1974.

————, Ókonomisch-philosophische Manuskripte, citado en R. Rosdolsky, Génesis y estructura de El Capital de Mara;, México, Siglo XXI, 1978.

————, Grundrisse, citado en R. Rosdolsky, Génesis y estructura de El Capital de Mara;, México, Siglo XXI, 1978.

————, El Capital, 1.1, II, in, México, Siglo XXI, 1983.

————, Manuscritos. Economía y filosofía I, Madrid, Alianza, 1984.

PLAMENATZ, J., Karl Mara; y su filosofía del hombre, México, Fondo de Cultura Económica, 1986.

ROSDOLSKY, R., Génesis y estructura de El Capital de Mara;, México, Siglo XXI, 1978.

TAYLOR, Gh., Hegel y la sociedad moderna, México, Fondo de Cultura Económica, 1983.

WHEEN, E, La historia de El Capital de Kari Mara;, México, Debate, 2008.

La filosofía en el presente. Ontología dialéctica

Nicolás Alejandro Hernández Guillen*

INTRODUCCIÓN

La filosofía debe hacerse cargo de sus problemas fundamentales. Entre éstos, se encuentra el problema de lo real, que hoy ha cambiado —y sigue cambiando— con inusitada rapidez. No se pide que lo real se detenga para comprenderlo, ello nunca ha sido posible. Lo que se pide a la filosofía es que voltee a ver los cambios que produce lo real a su discurso, es decir, que se ocupe hoy de este problema mediante la ontología.

La ontología no puede ser más aquella ontología que privilegia al sujeto o que se mantiene dispuesta a aceptar sólo lo real como verdadero, mejor dicho, la ontología no puede ser (a la luz de la ciencia contemporánea) "...una ciencia que se ocupa de la realidad en su conjunto desde un punto de vista superior y último y que explica por lo mismo las cuestiones fundamentales de las otras ciencias..."[1] Primero, porque lo verdadero no es ya un problema que pueda decirse absoluto. Lo real es un problema con múltiples aristas; hoy día no se habla de *verdad* sino de *verdades*. Más aún, el problema de lo

real se presenta igualmente entreverado con diversas problemáticas. Ante esta pléyade de cuestiones cabe preguntarse: ¿Qué es la ontologia? Segundo, porque el término *ciencia* tiene hoy otra connotación, o mejor dicho, tiene múltiples connotaciones y, por otro lado, la filosofía ha perdido su estatus como discurso fundante.

Ahora bien, ante la pregunta por el ser, no se requiere hoy emprender una búsqueda etimológica, sino salir al encuentro de las principales tareas de la ontologia, las cuales, a final de cuentas, son las que la definen. Si la ontologia fue, para bien o para mal, trabajada desde la metafísica, ésta:

> ...desde sus primeras representaciones tan vastas como clásicas, fue una ciencia en (la) que las investigaciones ontológicas avanzaron hasta lo que bien podría llamarse una doctrina filosófica de Dios. El convencimiento de que la doctrina general del ser y la doctrina de lo absoluto pertenecen a la misma ciencia se mantuvo también en épocas posteriores, y en concreto durante toda la edad media; ello vino condicionado por el hecho mismo de que la metafísica se ofrecía sobre todo bajo la forma de comentarios a los textos clásicos.[3]

El problema de lo absoluto es un problema que ha sido trabajado de una u otra forma. Hace falta en todo caso cuestionarse sobre el ser de lo real. En otros términos, si antaño había que ocuparse del problema de lo absoluto, los posmodernos han dejado claro que dicho problema está abandonado.[3] La posmodernidad vio, sino es que demandó, el abandono de éste y otros problemas. Por otro lado, la ontologia, aunque tiene una deuda con los clásicos, no puede (si quiere avanzar) remitirse sólo al comentario de los mismos. Lo real se presen-

ta con nuevas cualidades: emergencia, recursión, auto-organización, entre otras, las cuales hacen ver que es necesario pensar la ontología en forma distinta.

Más allá de cuestionarse su posibilidad, hoy día la pregunta por el ser de lo real tiene otra estructura y está determinada por otras condiciones. Como punto de partida la cuestión propuesta es: ¿Qué significación tiene la ontología como problema central de la filosofía contemporánea? Es decir, ¿lo real sigue siendo un problema? De ser así, es una ironía que esto se olvide o se deje a un lado, de no serlo, entonces la filosofía ha errado su camino durante mucho tiempo. No obstante lo anterior, Weissmahr (1986) señala que al "...plantearse esa pregunta uno practica ya en cierto modo la metafísica: a modo de interrogante. Queda así establecido que la metafísica es posible al menos como pregunta y que responde a una necesidad humana fundamental".[4] Claro, cabría señalar que sólo este tipo de metafísica, es decir, una metafísica del absoluto.[5] En cualquier caso, hay que reconocer la intención de Weissmahr cuando señala:

> La pregunta en cuestión es de importancia decisiva en la medida en que se puede determinar el método de la metafísica con su respuesta positiva. Si la metafísica es posible, lo es sólo en tanto que lleva a dar una respuesta positiva a la mentada pregunta. *En la medida en que se demuestra que pueden formularse afirmaciones verdaderas sobre ¡a realidad no accesible* a *la investigación empírica, siguese también el modo y*

manera, el tipo de método con que Ja *metafísica ha de proceder para ser posible.*[6]

En otros términos, el sólo hecho de plantearse la pregunta hace posible la ontología. A diferencia de ello, en el presente trabajo se sostiene la consideración de que no se trata ahora de discernir la verdad, sino de admitir la existencia de verdades, o en otros términos, de tantas realidades como las que la ciencia hace visibles. La ontología emerge en otro lado. La ciencia renunció al absoluto a principios del siglo xx.[7] Contrario a lo que señala Weissmahr, se debe pensar en la realidad empírica, es de ello de lo que se ocupa la filosofía, no como mero empirismo sino precisamente en términos de lo que ya Kant señalaba en la *Crítica de* Ja *razón pura,* a propósito de las categorías, al decir que el concepto sin experiencia es vacío, así como la experiencia sin concepto es nula.[8]

Igualmente, a principios del siglo xx, fue Nicolai Hartmann quien veía la necesidad de cambiar el punto de partida de la ontología; según él, el camino de ésta es el de la experiencia (que no se reduce a la sensación) puesto que no hay una entelequia superior, sino que su "...unidad radica en el mundo que conocemos: el nuestro. En él vivimos y padecemos; nuestra experiencia originaria es... la de su complejidad; pero al mismo tiempo, la de su unidad".[9] La ontología, como discurso crítico, habrá de ocuparse de lo real y de sus atributos.

A la ontología se la ha tratado como la ramera de la ciencia, es decir, por un lado, se la ve como un discurso al cual no se le puede apostar puesto que habla del reino de lo no real;[10] por otro lado, se la encierra en el reino del ostracismo filosófico cuando se afirma que nada hay en ella que contribuya a la comprensión de lo real.[11] Se puede decir que efectivamente la ontología no trata de reflexionar qué es lo real en términos de una verdad ni mucho menos trata de reducirlo a un enunciado; la ontología, en caso de hacer efectivo su trabajo, trata de organizar lo real para su comprensión. Su labor parte desde otro ángulo porque lo real, como problema, es distinto.

La comprensión de todo lo que es considerado como real no es llevada a cabo por la ontología, no hoy, no ahora, sino por aquellos que afirman, construyen, desarticulan lo real, y se hayan —aparentemente— en otro lado: en la ciencia.[12] Es decir, es la ciencia la que se encarga de entender la estructura de lo real asumiendo que puede analizarse desde ángulos distintos y conexos. Pero no se malentienda esto, no es que se le deje todo el trabajo a la ciencia. Lo que se desea señalar es cómo en la actualidad el discurso científico opera —para bien o para mal— como saber fundante. Esto es, que articula no sólo saberes sino disposiciones efectivas de lo que ella considera lo real, con las consabidas consecuencias que ello suscita.[13]

A la ontología le toca mostrar cómo se articula lo real. Pero de ser así, se convertiría no en un modo de pensar y asumir lo real, sino en un modo de listar sus caracteres. Por el contrario, una de las tareas de la ontología es pensar críticamente lo real; es decir, no se trata de ir recogiendo lo que otros dicen acerca de él, sino de articular reflexivamente sus elementos, evitando hacer un simple listado de ellos o de las condiciones de lo real. Dicha articulación deja entrever cómo se mezclan los distintos modos de ser de lo real. Pero la diversidad y la índole de pautas que —a través de la ciencia— éste posee, hacen evidente que la manera en que el pensamiento científico estructura y dota de sentido —tanto su propia constitución como la de lo real— tiene consecuencias directas en la forma de asumir este último. Lo real es una construcción conjunta entre ente de conocimiento y ente conocido.

Más aún, se está lejos de circunscribir lo real a unidades mínimas inherentes a él, ya que éste, lejos de resumirse en una condición única y última, presenta elementos de diversa índole y sustancia, múltiples tramados y consecuencias cuyos caracteres evidencian elementos emergentes, de manera que la base más acertada para lo real está constituida por eventos de diversa índole.

La filosofía, como disciplina inquisitiva del conocimiento —o bien, disciplina cuya tarea principal es precisamente el

cuestionamiento sobre aquello que se considera real— se debe ocupar de la ontología, no abriendo paso al elemento interpretativo (que siempre está ahí) sino a la crítica. En otros términos, la tarea de la filosofía no es la recuperación de la ontología como discurso hegemónico frente a otros, sino el establecimiento de pautas discursivas que permitan entender el entramado de lo real a partir de una *organización* ontológica.

En el presente, la filosofía debe poner en claro que, si bien es cierto que ya no es más el discurso fundante,[14] sí es el discurso que ve críticamente lo real. La ontología tiene entre sus tareas hacer la revisión de diversos niveles de este último, y para hacerlo debe constituirse de manera distinta. Como punto de partida, en esta breve discusión se propone asumir la visión dialéctica, no por considerar: *a)* que no existan otras; *b)* que es la mejor y, por ende, la única; sino, *c)* porque es una de las primeras concepciones acerca del sentido de multiplicidad que compone lo real. En este tenor, habrá que apuntar no sólo al discernimiento de infinitas pautas discursivas, sino que, ante su infinitud, es posible internarse en el asunto, cuando menos inicialmente, desde esta perspectiva.[15]

LA ORGANIZACIÓN DIFUSA DE LO REAL (LA DIFUSA ESTRUCTURA DE LO REAL)

La pregunta por lo real cada vez se hace con mayor frecuencia y, en apariencia, con mayor claridad. No es que la pregunta sea actualmente simple, o que hoy sea posible preguntar con

mayor facilidad y, por ende, encontrar con mayor presteza la respuesta. Incluso no se trata del hecho de que los instrumentos con los que se cuenta hoy en día faciliten el conocimiento de lo real y que, por ello, haya que tener una mayor certeza sobre esto mismo. Lo anterior no significa que lo real efectivamente esté siendo "descubierto". Ésta es precisamente la significación y el sentido a los cuales se desea aludir. Preguntar por lo real tiene esta múltiple implicación: la pregunta está posibilitada por lo que el instrumental de investigación muestra de lo real y, de otra manera, también por lo que el instrumental no puede mostrar. Es decir, que se incluye a la vez lo que está visible y aquello que no lo está (la parte social, económica o política, que llevó hasta la constitución de cierta hipótesis o teoría de trabajo). La pregunta por lo real sigue vigente pero, cualquiera que sea la contestación que se dé acerca de la condición de éste, no se puede, por un lado, convertir cualquier respuesta en un plano último de constitución del mundo y, por otro, tampoco puede abundarse en el plano de las esencias, o por lo menos no en el de la antigua condición del término esencia.[16]

Esto tampoco significa que se haya cancelado la pregunta por lo real ni mucho menos que haya resultado imposible hacer esto; significa que la pregunta por lo real sigue vigente, pero en tanto acervo de condiciones epistemológicas tiene otra estructura. Las condiciones, los elementos y las constantes sobre las que se circunscribe, que son los *constructos de lo real,* están lejos de ser únicos e indivisibles y más aún, no

pueden ser establecidos —predichos— de antemano. El derrotero de la pregunta por lo real debe ir más allá de la mera búsqueda de la esencia, toda vez que se transita desde la etapa del conocimiento de lo *absoluto-infínito* hacia la orientación crítica de la óntología, la cual hoy debe guiar hacia la búsqueda de lo *material-fortuito.*

Las consecuencias de lo anterior son resultado de una modificación sustantiva, no sólo del modo de acontecer de lo real, sino también del modo en cómo lo aprehendemos y nos aseguramos el conocimiento de éste. Lo real hace mucho que ha dejado de ser total, absoluto e ideal, y adquirió para la conciencia la forma de una amalgama de condiciones materiales entre las que incluso se cuentan la totalidad, lo absoluto y la idealidad; esto significa que no se ha tenido que renunciar del todo a las condiciones ideales para poder asumir que las condiciones de lo real son materiales. El juego (por ende, el problema) estriba en que lo real fluctúa entre lo ideal y lo material; por lo que a veces se niega su materialidad, para aceptar su idealidad y viceversa.

Lo anterior no trata de la simple búsqueda de un punto medio entre dos condiciones, o del ansia por alcanzar un conocimiento acerca de uno u otro estado de lo real; se trata de que tal situación es uno de los estados de lo real, porque la ambigüedad es inherente a éste. Más aún, dicha condición es intrínsecamente constitutiva tanto de lo real como del que ye lo real.[17]

Para decirlo de otra manera, lo real está construido por el sujeto y por su forma de ver lo real en tanto material; pero lo real no se presenta en sí, se presenta como lo que aprende un sujeto a partir de lo que observa y comprende. Lo real no

puede ser (en términos epistemológicos) ni ignorado ni abandonado a sí mismo; requiere de alguien que lo aprenda, requiere del sujeto. Por otro lado, el sujeto también necesita quién lo valide, quién le dé certeza de su existencia; y esa certeza, nacida en principio de sí mismo, también se la da lo otro: lo real, que a su vez es el sujeto mismo. Ahora, la certeza de la existencia de lo uno o de lo otro se da en la interacción entre ambos, es un movimiento dialéctico.

Lo anterior significa que la construcción del mundo no ha de cargarse en un solo lado de la balanza, sea éste el sujeto o lo real. La construcción del mundo es equilibrada y va de un lado a otro. Se desenvuelve en un eterno movimiento de compensación sostenido entre ambos lados.

LA ONTOLOGÍA DIALÉCTICA (SOBRE EL DEVENIR DIALÉCTICO DE LO REAL)

¿Qué se puede decir de la filosofía o de sus tareas? Quizá mucho; Ortega Esquivel ha abundado ya en ese punto.[18] Aun así ¿qué tendría que preguntar todo aquel que desee hacerse cargo del pensamiento filosófico en el presente? Esa pregunta —ya añeja para la filosofía— tendrá que guiar toda discusión. Lo que se propone en este trabajo es la cuestión acerca de la realidad; pero la pregunta no es: ¿Qué es lo real?,[19] sino ¿cómo

se entreteje lo real?[20] La primera pregunta parte a la búsqueda de las esencias; la segunda, debe asumir la parte material-ideal de lo real, es decir, la construcción y lo que se descubre de ella. Esto es: hay que seguir una estrategia nueva para pensar lo real. Pero dicha estrategia no puede pensarlo como un todo unificado e inalterable. Lo real como construcción y como elemento estructurado no es algo nuevo. Lo nuevo es que haya la posibilidad de ver (o pensar) más de dos caras de la cuestión.

No se trata de aducir que una construcción dialéctica de lo real, como la que se plantea, permita establecer la superación de cualquier otra concepción que exista sobre lo mismo. Se trata de mostrar críticamente la estructura y el contenido de lo real. Los contenidos y su organización deben dar cuenta de los límites de la ontología.

En este sentido, ¿se puede hablar de una cadena bien estructurada de entes que en cierto momento pudiesen ser comprendidos no sólo como unidades aisladas sino como una totalidad organizada? Sí, cuando se los piensa en términos de red;[21] ello es así puesto que toman la forma operativa de un conjunto de elementos e individuos que se coordinan y se conforman en una unidad sistemáticamente organizada. Ahora bien, a esto se le puede llamar *totalidad,* y como tal, no es una construcción que se configure en sí misma aisladamente; ella se auto-construye con el otro, o como diría Gell-Mann, se co-construye. Es decir, es un sistema que se desarrolla a partir de su propio *orden*[22] y del que le proporciona su relación

con los otros.[23] Si como dice Hartmann, por ontología habrán de entenderse tres cosas: a) tratado de los objetos trascendente; *b)* campo de batalla de los distintos sistemas de construcción especulativa del mundo, y c) proceso de investigación de los problemas y su superación,[24] entonces el problema contemporáneo de la filosofía no habrá de ser el de la búsqueda o constitución de las esencias, sino justo la comprehensión de esta problemática. Es decir, el problema de lo real como entramado en construcción, en el que dicha construcción no es sólo especulativa,[25] sino también politico-científico-social-económica; de tal manera, lo real deviene una estructura múltiple cuyas capas de conformación no se explican de manera aislada, ya que entre esas capas se desarrollan relaciones que impiden desligarlas. Ello no implica que deba hacerse un extenso discurso para explicarlas todas a la vez. El reto es entender que lo real no se construye aislado, sino a partir de diversas capas de sucesos en los cuales participa quien se pregunta por lo real.

La realidad es un tramado dialéctico, no porque se esté pensando en aporías del tipo: blanco-negro, bueno-malo; sino porque en la construcción de lo real está contenida la psique de quien conoce y la trama que lo constituye, porque la realidad puede ser aisladamente, sin el que la conoce, al mismo tiempo que ella sólo es en relación con alguien que desea conocerla. Es decir, lo real, en tanto conocimiento, sólo se

presenta para quien se pregunta por ello. Si lo real es algo que existe antes que aquel que se cuestiona, si es posible conocerlo, o si se conoce sólo aquello que el sujeto construye para sí, todo ello son problemas inherentes a la constitución de lo real; problemas que serán preguntas en la medida en que la realidad se vea no como un elemento aislado de quien lo estudia sino precisamente como una parte constituyente de él. La realidad también es parte constitutiva del sujeto que se cuestiona su existencia.[26]

CONSIDERACIONES FINALES

La filosofía tiene la intención, mejor dicho la obligación, de hoy en día plantear o programar la definición de lo real, pero no desde el punto de vista del discurso que ordena el mundo, ya que ello significaría que no ha entendido su trabajo hoy. Es decir, a la filosofía le toca la construcción de un discurso que dé cuenta de aquello que está sucediendo a propósito de la conformación de la estructura de la realidad, aunque ello no significa que deba abandonar su trabajo de discusión acerca de

la misma o, en otras palabras, que no pueda seguir planteándose qué es lo real. Se trata de descubrir críticamente los hilos que los discursos tejen a propósito de lo real y de plantear la problemática sobre esta cuestión en términos del problema de su conocimiento, y del conocimiento propiamente dicho. Es decir, se trata de problematizar tanto en el nivel epistemológico como en el ontológico.

En cuanto al primer asunto, en lo que respecta a la construcción de la realidad, se considera la posibilidad de entenderla como una organización y no como una estructura única e imbatible a partir de la cual se pueda estipular precisamente lo real. Plantear la visión de organismo asegura (o tendría que) el avance hacia la construcción de un *discurso abierto* que aborde la generación de lo real, es decir, que sea consecuente con la estructura de los discursos hoy existentes: discursos que pueden ser contrarios, escépticos o ambiguos respecto a esta perspectiva.[27]

Lo anterior no implica inclinarse por alguno de estos emplazamientos ni que se admita un mero eclecticismo. Se trata de asumir el problema verificando de alguna forma cómo se construye lo real con y a través de dichas posturas, pero sin necesidad de ellas. De esta manera, la realidad no es un hecho consumado aunque ya esté presente como algo que *es*-, lo real se presenta como una cadena de hechos co-construidos que para su comprensión requieren no solamente de uno o de varios sujetos, sino de una serie de modos de pensar que una vez adoptados pueden (y deben) ser superados para avanzar en la búsqueda de respuestas en lo referente al problema de lo real.

Respecto a lo segundo, si ha de responderse al problema de aquello que es con anterioridad respecto a quien lo conoce, dicha cuestión tendría que pasar a segundo plano puesto que

quien conoce construye lo que conoce, esto es, que aquello que parece descubrir es ya un conocimiento mediado por lo que él mismo es. No tanto porque el sujeto desee ver sólo lo que desea ver, sino porque sólo ve aquello que su intelecto le permite conocer; en otros términos, se conoce aquello que organiza el intelecto.[28] No se trata de cancelar el conocimiento de lo real, sino de señalar que lo que es; es para el que lo ve y está mediado por lo que es (en términos sociales, económicos, políticos, de poder, etcétera); ello no elimina ninguna posibilidad de saber algo fuera de sí, sólo que ese conocimiento se va construyendo mediante las propias estructuras de pensamiento, por lo que el mundo puede saberse a través de sí mismo. Esto significa que si se quiere seguir conociendo habrá que ampliar las propias estructuras de pensamiento y las categorías a través de las cuales se ha de explorar lo real. La filosofía, entre otras muchas tareas, tiene delante de sí, en primer lugar, la de hacer una crítica abierta y franca de los modelos de conocimiento a los cuales está ligado el sujeto.

FUENTES CONSULTADAS

CARNAP, R., *Pseudoproblemas en la filosofía. La psique ajena y la controversia sobre el realismo,* México, UNAM, 1990.

———, *Filosofía y sintaxis lógica,* México, UNAM, 1998.

CORTÉS DEL MORAL, R., *La filosofía y la racionalidad contemporánea*, México, Universidad de Guanajuato, 2000.

GALISON, P. y B. Hevly (eds.), *Big Science. El crecimiento de la investigación a gran escala*, Stanford, California, Stanford University Press, 1992.

GELL-MANN, M., *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*, Barcelona, Tusquets, 2007.

GREENBERG, D.S., *La política de la ciencia pura*, Chicago, University Chicago Press, 1999.

HARTMANN, N., *La nueva ontología*, Buenos Aires, Sudamericana, 1954.

———, *Autoexposición sistemática*, México, UNAM, 1964.

HEGEL, G.W.E, *Fenomenología del espíritu*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.

HERNANDEZ, N.A., "Objeto desfasado: sobre la incertidumbre frente a la realidad", en R. Cortés del Moral y J. Corona (coords.), *Complejidad y pensamiento crítico*, México, Universidad de Guanajuato, 2009, pp. 137-165.

JEANS, J., *Historia de la física. Hasta mediados del siglo xx*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986.

KANT, L, *Crítica de la razón pura*, Madrid, Alfaguara, 2000.

LYOTARD, J.E, *La condición posmoderna. Informe sobre el saber*, Madrid, Crítica, 1998.

ORTEGA, A., Las tareas *filosóficas del presente. Testimonios de una experiencia reflexiva*, México, Universidad de Guanajuato, 1999.

PUTNAM, H., Las *mil caras del realismo*, Barcelona, Paidós, ICE, UAB, 1994.

RUELLE, D., *Azar y caos*, Madrid, Alianza, 1995.

SOLÉ, R., ñedes *complejas*, Barcelona, Tusquets, 2009.

WEISSMAHR, B., *Ontología*, Barcelona, Herder, 1986.

Ser contraproducente desde la filosofía

Aracely R. Berny*

Pero donde hay peligro,
crece también lo que salva.
HÖLDEHLIN

Pareciera que la nueva forma del ser del hombre está marcada por la importancia que se otorga a la posesión de productos a costa de la desposesión del ser; el hombre forma parte del engranaje de la complejidad, pero, y esa es la espantosa novedad, también está dentro de la gran maquinaria de la producción, interviniendo en ella con movimientos cada vez más mecánicos, tomado decisiones automatizadas, sin querer perder tiempo ni ritmo: "La máquina no sustituye al trabajo humano porque lo haga mejor y sin error, más bien subordina al trabajador y lo convierte en una parte del sistema mecanizado".[1]

Comienza el desapego a la propia vida, la cual se va conformando y confinando en el sistema productivo. El progreso material implica demanda de recursos, por ello la tierra se explota; no se respeta la vida, porque con desmedido afán de dominio se le trata como una cosa que está ahí para ser utilizada con fines meramente humanos, pero, por demás, deshumanizados.

> Ahora bien, el desocultar que domina a la técnica moderna no se despliega en un pro-ducir en el sentido de ποίησις. El desocultar imperante en la técnica moderna es un provocar que pone a la naturaleza en la exigencia de liberar energías, que en cuanto tales puedan ser explotadas y acumuladas. Pero ¿no vale esto también para el viejo molino de viento? No. Sus aspas giran, ciertamente, en el viento, a cuyo soplar quedan inmediatamente entregadas. Pero el molino de viento no abre las energías de las corrientes de aire para acumularlas.[2]

El ser humano, al prescindir de un actuar reflexivo, dedicado, perspicaz, trata a la naturaleza como un objeto que está ahí para ser utilizado, la trata como el medio que debe responder a las "necesidades" humanas, a la necesidad de almacenar, de acumular con desmesura; en estos tiempos, inmersos en la prisa por lo inmediato, la "...falta de pensamiento es un huésped inquietante que en el mundo de hoy entra y sale de todas partes".[3]

No hay tiempo para meditar, no emplazamos o denegamos —dice Heidegger—; según las palabras de este autor, falta "serenidad para con las cosas".

Los paradigmas tradicionales mediante los cuales el humano ha tratado de relacionarse con el entorno y la comunidad para asegurarse la supervivencia, le han llevado a buscar satisfacción para sus necesidades, que son desmedidas y muchas de ellas creadas. "Y esto es lo que sucede hoy en día", como Günther Anders señala:

> Entre las tareas actuales de la estandarización, y aun de la producción misma, figura, por consiguiente, no sólo la estandarización de los productos, sino también la de los deseos (que

> anhelan los productos estandarizados). En buena medida, desde luego, eso sucede automáticamente a través de los productos mismos que se entregan y se consumen cada día, ya que las necesidades obedecen (...) a lo que a diario se ofrece y se consume (...). La máxima que se nos impone a todos a cada instante, y que apela —tácitamente, pero sin admitir objeciones— a la "parte mejor de nosotros mismos", reza (o rezaría, si se formulara): "¡Aprende a necesitar lo que te ofrezcan!".[4]

Con lo anterior, Anders advierte acerca del peligro que implica la deformación de la condición ética y ontológica del ser humano, deformación que lleva hacia la aceptación de todas las necesidades sin considerar la posibilidad de que éstas sean necesidades creadas e impuestas por un sistema de sobreproducción insaciable; dicha situación conlleva daños colaterales inconmensurables que ponen en riesgo la supervivencia de la vida en el planeta.

El papel del tiempo también es muy importante cuando se trata de necesidades que han sido diseñadas por el hombre, ya que éstas forman parte de la rapidez que actualmente rige la vida humana. El ser del hombre contemporáneo está diseñado para consumir —apunta Lipovetsky—, aunque eso se trate del consumo de la propia existencia:

> Con la profusión lujuriosa de sus productos, imágenes y servicios, con el hedonismo que induce, con su ambiente eufórico de tentación y proximidad, la sociedad de consumo explícita sin ambages la amplitud de la estrategia de seducción. Sin embargo, ésta no se reduce al espectáculo de la acumulación: más exactamente se identifica con la sobremultiplicación de elecciones que la abundancia hace posible con

> la latitud de los individuos sumergidos en un universo transparente, abierto, que ofrece cada vez más opciones y combinaciones a medida, y que permite una circulación y selección libres (...) esta lógica se desplegará ineluctablemente a medida que las tecnologías y el mercado vayan poniendo a disposición del público una diversificación cada vez mayor de bienes y servicios.[5]

El consumo excesivo implica sobreproducción, ésta, a su vez, sobreexplotación; ello también da lugar a que se genere una cantidad desbordante de residuos, los cuales, por una parte, son desaprovechados en lo que toca a la posibilidad de su renovación y, por la otra, provocan alteraciones y devastan; consumir parece el acto de un "estómago insaciable que no sabe qué es verdadera hambre y qué es verdadera sed", dice Nietzsche refiriéndose al "saber consumido en exceso, (pero) sin hambre, incluso contra las necesidades de uno".[6]

La comprensión acerca del impacto que tiene una postura antropocéntrica, así como de las afectaciones irreversibles que provoca a la propia especie y al resto de los seres vivos, requiere de la impostergable aplicación de una visión multidisciplinaria que sería imperativa con el fin de proponer opciones que imposibiliten el suicidio de la especie humana.

Un sistema como el que seguimos teniendo es por demás insostenible; los programas de planeación de la producción, en el caso específico de los autos, por ejemplo, están reportando cifras que muestran ventas desmedidas (tan sólo en 2009 se adquirieron en Estados Unidos 15 millones de vehículos nuevos, y en el tercer cuatrimestre de 2010 se reportó una cifra de 12 millones).

Es una impertinencia la sobreproducción. Además, parece que no podemos prescindir de la producción; entonces, ¿por qué no alterarlas e intervenir en ellas a partir de la reflexión? Al ser contraproducente desde la filosofía, el estudioso de la misma, por una parte, es poco útil dentro de los procesos organizacionales, y se le puede considerar contraproducente debido a que actúa de manera opuesta a las intenciones preestablecidas por el sistema; esto, por otra parte, puede percibirse como una oportunidad para intervenir en demérito de la producción desmesurada que enfrentamos en el complejo entramado que es lo real. Filosofar es algo que se hace de manera conjunta y no parcelaria, para la filosofía no existen divisiones entre la estética, la ética, la física, la biología o la informática, no hay sujeción a horarios ni a espacios específicos para realizar su quehacer, porque el todo de* la realidad, la vida, siempre es susceptible de ser pensado, cuestionado, interpretado, etcétera. La filosofía es un conjunto que se divide en parcelas sólo para tratar de transmitir más fácilmente el conocimiento a los estudiantes o para intentar, por parte de los estudiosos, un "mejor" acercamiento al saber filosófico. La "inevitabilidad de la parcelación disciplinaria" —en palabras de Edgar Morin— no significa que haya verdaderas separaciones; indefectiblemente, lo que se diga en un campo tendrá repercusiones o implicaciones en otro de manera inusitada o impredecible.

En ese sentido, resulta insostenible percibir al estudioso de la filosofía como alguien ajeno a los procesos sociales e innecesario para ellos.

En filosofía se sabe que el ser humano es el ser de la preferencia; la piedra no prefiere, no valora. El humano está dotado con la posibilidad de decidir, contiene en sí la posibilidad y la necesidad de elegir entre varias opciones; al tomar una decisión el hombre valora, elige con base en ciertas preferen-

cias que estarán determinadas en función de las consecuencias más agradables; por lo tanto, podrá asignar una calificación negativa o positiva a las cosas, al entorno, a los sentidos, sentimientos, ideas, etcétera.

Sin embargo, resulta lamentable esta actitud tan humana de valorar todo, de poner límites en función de parámetros utilitaristas, de evaluar tomando en cuenta sólo los beneficios, principalmente los inmediatos, que pueden proporcionar las cosas, los seres vivos, etcétera. Si pudiéramos predecir las repercusiones y los efectos que tendrán las decisiones que se toman en la inmediatez, en la urgencia, quizás podríamos darnos cuenta del riesgo que éstas implican y de la importancia que tienen; quizás podríamos aprender a disfrutar nuestros distintos aspectos, sin que ello implique negarnos la posibilidad de "experienciar" aquello que no es tan agradable.[7]

Nuestro afán por decidir según los apetitos y las preferencias, no considera la responsabilidad que conllevan nuestras formas de valorar, que en muchas ocasiones son arbitrarias y están sesgadas debido a que, para tomar decisiones, primero se configuró un entorno con características humanas, desde un punto de vista humano, en donde se toman decisiones de vida sin conocer ni apreciar, sinceramente, la importancia que ésta tiene.

Sólo porque el mosquito es ruidoso se decide acabar con su existencia, su vida no vale nada, ni siquiera es algo que valga la pena para ser tomado en consideración. A tal o cual cosa se le asigna valor en función de las consecuencias agradables que pueda proporcionar, se recorta, como si la vida

pudiera y debiera recortarse o acotarse a una perspectiva. A la vida se le asigna un valor.

> Dividimos las cosas en géneros, caracterizamos al árbol como masculino y a la planta como femenino: ¡Qué extrapolación tan arbitraria! ¡A qué altura volamos por encima del canon de la certeza! Hablamos de una "serpiente": la designación cubre solamente el hecho de retorcerse; podría, por tanto, atribuírsele también al gusano. ¡Qué arbitrariedad en las delimitaciones! ¡Qué parcialidad en las preferencias, unas veces de una propiedad de una cosa, otras veces de otra![8]

El valor está dado en función de la vida del hombre, con base en sus intereses y en sus necesidades. Los objetos no valen en sí, sino en los términos fijados por y para el humano.

Esto subraya la reflexión que hace Nietzsche en *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral* cuando señala que el hombre ordena el mundo de acuerdo a sus propias categorizaciones y en función de sus necesidades y preferencias, con lo cual, las cosas, las verdades o los conceptos adquieren o pierden su "valor de uso".

Ante esto, el estudioso de la filosofía puede sentirse aludido por esa condición que le hace carecer de valla en un mundo utilitario: porque la filosofía, a decir de los muchos, no sirve para nada. Permítaseme opinar que la filosofía no ha de servir nunca porque no es "útil" de nadie ni para nadie.

El estudioso de la filosofía es menospreciado por un mundo que valora todo en términos meramente utilitarios, un mundo que requiere y exige de manera constante aportes y beneficios. El filósofo, al no aportar en los términos estipulados, es considerado como un inútil, como un impráctico porque no produce nada; en el mercado utilitarista, tanto el filósofo como

la filosofía son considerados un lastre de nulo valor; para el mundo contemporáneo, utilitario, el estudioso de la filosofía resulta ser contraproducente.

> ¿Qué hacer con la filosofía? ¿Qué hacer de la filosofía? ¿Cual es el quehacer de la razón en la vida? (...) El carácter impráctico o desinteresado del pensamiento filosófico fue, desde el origen, lo que despertó el recelo de la gente; lo que mantuvo en posición inestable la praxis filosófica dentro del sistema de las demás. Es lo mismo que en nuestros días causa la ambigüedad del hombre en crisis respecto de la filosofía. Por un lado, el repudio expreso: la filosofía no sirve para nada, es decir, no presta un servicio práctico o utilitario (...). La praxis que no ofrece una satisfacción práctica final revela así que la finalidad de toda praxis la trasciende: el fin del hombre está más allá de la utilidad.[9]

Para el estudioso de la filosofía es necesario justificar su pertinencia mediante intervenciones que resulten ser congruentes con determinadas necesidades convencionales.

Es perfectamente normal y socialmente aceptado que un dentista se desempeñe laboralmente en el área de sistemas, que un contador se ocupe de elaborar instructivos organizacionales, e inclusive que un químico realice programas de producción con base en volúmenes de venta y capacidad de operación; incluso podría decirse de ellos que aprovecharon sus competencias, y su atrevimiento será más que aplaudido. Mas éste no será el caso del estudioso de la filosofía cuando se le "sorprenda" haciendo cosas en lugares no idóneos o no aptos para su formación; en tal situación, la primera reacción será sospechar de él por no contar con la formación adecuada y

específica para operar en cualquier otro ámbito ajeno a la academia de humanidades.

¿Acaso el estudioso de la filosofía está condenado a tener que justificar la pertinencia de pretender ir más allá de los límites de la academia o de lo académico? ¿Todo por amor a la sabiduría?

El término *filosofía* parece inagotable en definiciones, acepciones, significados, estudios, corrientes, pensadores, etcétera. Empero, lo que sí quedó claro con los griegos es que se trata de una forma de vida, es enamoramiento por la sabiduría, es una forma de ser: es el enamorado que vive la búsqueda de la sabiduría, ¿cómo es que pretende acercarse al objeto amado? Mediante el cuestionamiento, preguntando y dudando.

Se trata entonces de un quehacer, de un amor y una forma de ser que lo cuestiona todo, más allá de la imposición de fronteras académicas, institucionales, industriales o gubernamentales.

¿Por qué entonces no es normal, no se acostumbra, o puede ser sospechoso, que un filósofo dé seguimiento a temas relacionados con la administración empresarial o intervenga en procesos logísticos, operativos o productivos?

En un afán por querer aprehender, el filósofo vive cuestionando, se afana por saber acerca de sus propias limitaciones; entonces queda claro por qué resulta tan incómoda la presencia de ese ser que cuestiona y que no está dispuesto a conformarse con lo dado, que quiere ver qué hay más allá y quiere atreverse a emitir un juicio, dar su interpretación, emitir su postura y defenderla; su ser quiere verterse, fundirse y dar de sí.

El estudioso de la filosofía cuestiona a sus colegas o a la realidad, a las formas en las cuales ésta se ha definido y configurado; la mayoría de las veces lo hace bajo la protección que

brinda una institución, cuyo quehacer, cabe mencionar, tiene algo o mucho que ver con cuestiones filosóficas; es decir, que el estudioso de la filosofía no incurre en transgresiones ni se presenta intempestivamente en donde no es, convencionalmente, requerido. Se guarda celosamente, procura protegerse de las inclemencias y sinsabores que le procurarían gremios o quehaceres distintos a los estipulados. Desde su trinchera puede permitirse dudar, cuestionar y criticar la realidad; su discurso, perfectamente cuidado, finamente elaborado con una metodología y una terminología inaccesibles para los ajenos, es bienvenido —lo que no le exime del juicio riguroso de los demás pensadores— y perfectamente comprendido por los miembros del gremio, pero no está exento de dificultades para aquellos no dedicados al estudio de la filosofía.

Al filósofo le competen los problemas que aquejan a la humanidad; además posee un acervo intelectual, racional, intuitivo o sensible que le permite tener perspectivas innovadoras, a las que el mundo de las ciencias "duras" poco recurre por no considerarlas pertinentes.

Si el estudioso de la filosofía es un ser del que convencionalmente se llega a sospechar, ello se debe a que en la actualidad resulta muy raro que alguien se cuestione sin que se le considere peligroso o subversivo. Quizás es por esto que en muchas de las prácticas vinculadas con el desarrollo de algún país o empresa no se le convite a tomar parte, ya que, insisto, alguien que se cuestiona a sí mismo, y que pretende cuestionarlo todo, es considerado una rareza o un riesgo; el riesgo es que puede poner en tela de juicio los modelos organizacionales, las prácticas, los usos y las costumbres, lo que se viene haciendo, independientemente de que ello sea para otros lo "mejor" que existe. El punto es que no es necesario involucrar al que va a sospechar el cómo de las cosas, su para qué o sus porqués.

Este miedo, infundado y absurdo, deteriora lo que podría haber sido un área de oportunidad para todos: ya que no puede ser suficiente dejar que las llamadas "ciencias duras" rijan sobre una realidad que no es dura: nada es más flexible y móvil que la realidad y el ser,- nada es más irracional y sensible que la humanidad; nada es más complejo que el ser y la humanidad; nada más hueco que la frase "compra inteligente", y nada más incómodo como aquel que irreverentemente hace esta última observación.

Inseguridad es lo que provoca la cercanía o el diálogo con ese que se anda preguntando, cuestionando a los demás y al entorno, y que pone en duda verdades "absolutas y definitivas", ese a quien le preocupa tener que consultarse —como apuntó Heráclito— antes de hacer cualquier movimiento.

Cabría preguntar por las intenciones que guarda aquel que es etiquetado por otros como "raro" y mantenerlo lo más lejos posible, no vaya a ser que por sus radiantes preguntas se tenga que cambiar el "modo de ser" de la empresa, de la comunidad, o de algún individuo "desprotegido".

El filósofo, al no aportar en los términos estipulados convencionalmente, es considerado como un inútil, impráctico o improductivo, y llega a clasificarse en el mercado utilitarista como un lastre de baja valía; al mismo tiempo, esa característica suya de tener que cuestionarlo todo, esa serie de preguntas que formula permanentemente, desatendiendo al sentido común y con tal necedad de preguntar lo que cualquiera conoce, sabe y supone, perfilan un conflicto entre los que se asumen y conciben a sí mismos como "prácticos" y los incómodos teóricos que viven, desde la óptica utilitarista, "entre nubes", causando molestias e inseguridades con sus cuestionamientos. Es más adecuado señalar al filósofo como contraproducente porque no cumple con las expectativas del sistema.

Ser contraproducente desde la filosofía desata una pregunta que alude a la ausencia o al no paso del estudioso de la filosofía por ámbitos aparentemente ajenos a su quehacer. Sócrates no enseñó filosofía, vivió: esa es la enseñanza más valiosa que dejó y que exige no cobijarnos plácidamente en la academia y no asumirnos parte de ese sistema que se nos presenta "como si" estuviera alejado y ajeno, un tanto hostil y desmembrado de suyo; pero de ninguna manera es así, porque es un todo que requiere de la totalidad de sus partes.

No estamos ni somos seres separados, nuestros miembros están unidos, se implican, interactúan sin nosotros notarlo; así nuestros órganos y tejidos; así también nuestros sentimientos y razonamientos; así los individuos con otros individuos. "Todo es uno", dicta Heráclito en sus fragmentos, mas, por alguna razón que se nos escapa, no es tan sencillo asumirlo de manera vivencial, y menos aún en tiempos de la especialización:

> Mientras que el pensamiento simplificador desintegra la complejidad de lo real, el pensamiento complejo integra lo más posible los modos simplificadores del pensar, pero rechaza las consecuencias mutilantes, reduccionistas, unidimensionalizantes y finalmente cegadoras de una simplificación que se toma por reflejo de aquello que hubiere de real en la realidad (...) un pensamiento mutilante conduce, necesariamente, a acciones mutilantes.[10]

Edgar Morin apunta hacia la necesidad de tratar de aproximarse al pensamiento integral que es capaz de posibilitar el diálogo, ya sea tendiendo puentes entre los distintos lenguajes, ya sea haciendo traducciones que posibiliten lazos entre las distintas disciplinas o ámbitos de la realidad.

El estudioso de la filosofía sabe, desde Nietzsche, que la especializaron mutila la vida, la limita a una sola mirada, a un único movimiento que imposibilita y castra su ser ontológicamente abierto.

> Mas, desde que estoy entre los hombres, para mí lo de menos es ver: "A éste la falta un ojo, y a aquél una oreja, y a aquél tercero la pierna y otros hay que han perdido la lengua o la nariz o la cabeza".
>
> Yo veo y he visto cosas peores, y hay algunas tan horribles que no quisiera hablar de todas, y de otras ni aun callar quisiera: a saber, seres humanos a quienes les falta todo, excepto una cosa de la que tienen demasiado —seres humanos que no son más que un gran ojo, o un gran hocico, o un gran estómago, o alguna otra cosa grande—, lisiados al revés los llamo yo.
>
> Y cuando yo venía de mi soledad y por vez primera atravesaba este puente: no quería dar crédito a mis ojos, miraba y miraba una y otra vez y acabé por decir: "¡Esto es una oreja!, ¡una sola oreja tan grande como un hombre!". Miré mejor: y, realmente, debajo de la oreja se movía aún algo que era pequeño y mísero, y débil hasta el punto de provocar lástima. Y verdaderamente la monstruosa oreja se asentaba sobre una pequeña varilla delgada —¡y la varilla era un hombre! Quien mirase con una lente podría haber reconocido aún un pequeño rostro envidioso,- y también que en la varilla se balanceaba una abultada almita. Y el pueblo me decía que la gran oreja era no sólo un hombre, sino un gran hombre, un genio. Mas yo jamás he creído al pueblo cuando ha hablado de grandes hombres— y mantuve mi creencia de que era un lisiado al revés, que tenía muy poco de todo, y demasiado de una sola cosa.[11]

El estudioso de la filosofía se forma en esta disciplina para romper filas y querer saber de sí, para tener experiencia de sí mismo, conocer de sus potencias e impotencias; su ser *no* se agota en la filosofía; igual que cuando llega el enamoramiento, gracias a la filosofía cambia la mirada y se permite ver, por ejemplo, que no está la realidad por una parte y el filósofo por la otra —sería como decir que, por el hecho de no ver en el hígado sus procesos y operaciones, éstas no forman parte integral y vital de su ser—. Cómo influir, o cómo darse cuenta de la influencia que ya se tiene, para continuar de manera orientada, informada, logrando acuerdos entre las distintas disciplinas, ámbitos, o individuos; quizás ya se tienen, pero, cierto, con otra mirada, otros enfoques, otras perspectivas o intereses, pero quizás no como los que implican ser estudioso de la filosofía. Cómo devenir sustentables como humanidad sin considerar las partes integrales y constitutivas del problema, del cual es claro que el estudioso de la filosofía también es parte, ya que también contamina e interviene.

Edgar Morin señala la separación imperante entre la ciencia y la filosofía como una muestra del dominio del paradigma formulado desde esta última:

> Descartes ha separado, por una parte, al dominio del sujeto, reservado a la Filosofía, a la meditación interior y, por otra parte, al dominio de las cosas en lo extenso, dominio del conocimiento científico, de la medida y de la precisión. Descartes ha formulado muy bien ese principio de disyunción, y esta disyunción ha reinado en nuestro universo. Ha separado cada vez más ciencia y Filosofía.[12]

Una referencia cercana y obligada a este respecto es Heidegger cuando parece provocar un retorno a la filosofía. El

mundo en que hoy vivimos, y la manera en cómo nos relacionamos con el planeta, son consecuencias de la forma en la que filosofamos desde hace 2500 años, esa es la responsabilidad que Heidegger parece estar dando a la filosofía cuando formula su pregunta por la técnica, precisamente porque la filosofía nos ha enseñado a pensar de cierta forma a toda la humanidad, no sólo al filósofo. De ahí la pertinencia de ser contraproducente desde la filosofía, es decir, de pensar y cuestionar en tiempos de sobreproducción, porque "cuanto más nos acerquemos al peligro, con mayor claridad empezarán a lucir los caminos que llevan a lo que salva, más intenso será nuestro preguntar. Porque el preguntar es la piedad del pensar".[13]

FUENTES CONSULTADAS

ANDERS, Günther, *La íormación de las necesidades,* Barcelona, Etcétera, 2004 (1956), http://www.sindominio.net/etcetera/PUBLiCACiONES/minimas/42_gunther_Anders_La_formación_de_las_necesidades.pdf

HEIDEGGER, Martin, *Serenidad,* Barcelona, Ediciones del Serbal, 1989.

———, "La pregunta por la técnica", en *Filosofía, ciencia y técnica,* Santiago, Editorial Universitaria, 1997.

LINARES, Jorge *E., El problema del fin de ¡a fílosofía y la negación de ¡a historia en Eduardo Nicol,* México, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 1999.

LIPOVETSKY, Gilíes, *La era del vacío,* Barcelona, Anagrama, 2008.

MORIN, Edgar, *Introducción al pensamiento complejo,* Barcelona, Gedisa, 2007.

NICOL, Eduardo, *La primera teoría de la praxis,* México, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM, 2007.

NIETZSCHE, Friedrich, "De la redención", en *Así habló Zaratustra*, Madrid, Alianza, libro de bolsillo, 1989.
———, Sobre Ja utilidad y Jos perjuicios de Ja nistoria *para la* vida, Madrid, Edaf, 1994.
———, Sobre verdad y mentira en sentido extramoral, Madrid, Tecnos, 1990.

Sobre algunas similitudes entre la obra epistemológica de Gastón Bachelard y el pensamiento complejo

Pedro Arriaga*

Comparar dos discursos tales como la epistemología bachelardiana y el pensamiento complejo implica, en un primer acercamiento, que tanto de uno como del otro se extraigan algunas particularidades que sirvan como puntos para establecer dicha comparación. Ahora bien, parece que esto es más factible para el primer discurso que para el segundo.

En efecto, la epistemología bachelardiana parece ser susceptible de estudiarse bajo algunas categorías generales que servirían para tener un panorama suficiente de sus principales tesisyproblemas. Ejemplo de esto podría ser el *texto Epistemología*.[1] compilado por Dominique Lecourt, en donde se tocan puntos neurálgicos de las diferentes obras de Bachelard para brindar un panorama bastante completo de su trabajo.

Por otra parte, el pensamiento complejo, por su desarrollo histórico y por su tema mismo, se antoja imposible de esquematizar. Su justa caracterización, a través de algunas pautas

generales o de un esquema, puede ser tomada como un contrasentido.

Pero no se deben sacar conclusiones de las primeras apariencias. Hay que reconocer que, en un análisis a profundidad, el pensamiento de Bachelard sólo puede ser entendido en la tensión bajo la que fue creado hace ya cerca de un siglo. Esta tensión hacía que el pensamiento de Bachelard derivara constantemente hacia la psicología y la historia de la ciencia, hacia la filosofía y la pedagogía, a la mecánica cuántica y a la alquimia, por ejemplo. Estas derivaciones no siempre aparecen todas incluidas en sus distintos trabajos; aunque hay temas que prevalecen, y que pueden ser rastreados con una continuidad más o menos constante a lo largo de dicha obra epistemológica, no se puede concluir, sin más, que en todos sus planteamientos se abarquen todos estos temas. Por lo demás, aun cuando estos ejes generales se agotaran y llegaran a integrarse en una visión omniabarcante, siempre quedarán los intersticios, los guiños, las vacilaciones, en fin, los pequeños fragmentos poéticos que se deslizan aquí y allá. Habría que tener en consideración constante la caución que externa el mismo Dominique Lecourt al explicar que "la realidad de la epistemología de Bachelard... se constituye con atención tensa, durante casi un cuarto de siglo... en una 'auto-polémica' constante (que) debido a su perpetuo 'recomienzo' excluye la forma del sistema para hacer de su esencial estado inacabado el índice de su progresión".[2]

Respecto al pensamiento complejo se puede realizar una consideración similar. En lugar de expandirlo y bifurcarlo *ad infínitum*, en lugar de ver cómo escapa irremediablemente a la definición, puede mejor ser considerado, por ejemplo, bajo tres principios tal y como lo hace Edgar Morin: a) prin-

cipio dialógico; *b)* principio de recursividad organizacional, y *c)* principio hologramático.[3] Inmediatamente a esta esquematización saltarán las réplicas que dirán: "Nada traiciona más al pensamiento complejo que el esquema fácil, el listado de los principios, que éstos sean tomados como básicos, o peor aún, como simples". Ante estas críticas lo más oportuno sería darles totalmente la razón y así, posarse en una perspectiva felizmente ambigua. La dificultad de esquematizar la complejidad es innegable, pero sin duda, para objeto de un análisis, es pertinente tomar la cuestión por alguna de sus "partes". Lo esencial en esta esquematización de la complejidad radica en qué se entiende por el término "parte". Se deberá asumir, para llevar la ambigüedad a buen término, que la "parte" no es independiente del todo, que está necesariamente multi-implicada con otras partes, que ella misma es compleja y que se organiza según ciertas circunstancias práctico-discursivas determinadas. Si no se tomaran estas precauciones metodológicas y terminológicas nos encontraríamos en el predicamento de quien, con un lenguaje diacrónico, quiere hacer entender algo sincrónico (tal como hace Borges al describir *el Aleph).*

Haciendo de Bachelard una lectura un poco más "abierta", y del pensamiento complejo una más "cerrada", se puede lograr un balance que sirva como base de comparación para ambos discursos, y no como una reducción o apertura determinante de tal o cual postura. En este texto se pretende más la claridad expositiva que la fidelidad del reflejo ontológico del discurso con su objeto. Se admite, sin embargo, el carácter principalmente provisional de este modo de acercarse a la cuestión. Tal vez en algún otro momento surgirá una mejor forma

de "lenguajear" el discurso de la complejidad y librarlo, aun en su exposición, de todo principio analítico.

He ahí entonces bajo qué condiciones de posibilidad se emprende la comparación entre el discurso de la complejidad y el de la epistemología bachelardiana. Cabe dar otro rodeo previo para advertir al lector. Este texto es una primera aproximación a la cuestión, y en tanto tal no pretende agotarla o fijar los principios a través de los cuales el parangón propuesto debe ser realizado. Cabe decir además que la ruta aquí ensayada obedece a los trabajos actuales del autor y no a una necesidad teórica. Dicho lo anterior, sólo será consecuente admitir varios itinerarios comparativos entre Bachelard y el pensamiento complejo; por ejemplo, se podría tener como punto de partida la complejidad (en un tono moriniano, como aquí se hace, o en alguna otra concepción determinada) y de ahí transitar hacia la obra de Bachelard (es decir, se podría tomar el sentido opuesto al que se intenta en estas líneas que van de Bachelard a la complejidad). Se podría imaginar, por otra parte, una comparación con su pensamiento poético-onírico, apegándose al derecho, que el mismo Bachelard reclamaba para todo pensador, de soñar.

II

Se proponen como ejes comparativos tres cuestiones que muestran de manera somera, más no superñua, aspectos que vinculan fuertemente al pensamiento complejo con la epistemología bachelardiana. Para tener una mejor visión de esta relación, en primera instancia estos puntos serán expuestos en abstracto para después ser desarrollados y explicados a la luz de algunos pasajes de la epistemología bachelardiana. Estos puntos son:

Epistemología bachelardiana	*Pensamiento complejo*
No dualidad	Principio dialógico
No estaticidad	Principio de recursividad organizacional
No atomicidad	Principio hologramático

No se deberá entender que estos principios se corresponden estrictamente uno a uno como en una función biyectiva, sino que, así como entre ellos mismos, entre estas dos series se podrían describir haces de relaciones posibles, que emergerían en cada caso dependiendo de cuáles sean los niveles desde donde se perfila el análisis emprendido. Sin embargo, por cuestiones de brevedad, serán tratados aquí en su relación uno a uno, teniendo siempre en cuenta aquella otra posibilidad. Es menester explicarlos un poco:

1. *No dualidad y principio dialógico.* Puede resumirse como el principio bajo el cual ninguna dicotomía es completa en sí misma si no se toman en cuenta las relaciones que hay entre sus partes. Estas partes pueden ser no solamente duales, sino también triádicas o de cualquier otra cardinalidad; sin embargo, las dualidades o dicotomías son divisiones tan comunes en el discurso que bien pueden ser tomadas como paradigma de la escisión sin relación.
2. *No estaticidad y principio de recursividad organizacional.* Sintéticamente puede caracterizarse como la necesidad de una dinamicidad autopoiética o como una auto-polémica creadora. Como se ve al analizar estos términos, por el cauce mismo de estas necesidades, el estatismo es sólo un momento, y no el más determinante, de cada suceso. Hay en este principio una identificación, y al mismo tiempo una relativización, de los conceptos de causa y efecto

que se explican por el carácter recursivo de este par de principios.

3. *No atomicidad y principio hologramático.* La parte está en el todo y el todo está en la parte. Tal es la relación que hace patente esta diada. Por esta identificación y relativización de los principios del continente y el contenido, se vuelve imperativa la necesidad de establecer como negativa la posibilidad de existencia de algún elemento absolutamente indivisible y primigenio.

Tales son los principios que se proponen como engarces entre los dos discursos que se han tomado como objetos a contrastar. Sería relativamente fácil mostrar cómo estos principios se encuentran en los teóricos de lo complejo y de los sistemas, ya que aunque son explícitamente extraídos de Morin, los podríamos también rastrear en Maturana, Bertalanffy Kauffman o Luhmann. Sin embargo, también cabría la posibilidad de buscar puntos de toque en algunos filósofos de la ciencia para partir desde ellos hacia la reflexión de lo complejo; ejemplo de esto es el pequeño texto de Denise Najmanovich sobre Feyerabend,[4] en el cual, retomando el tema de la objetividad entendida como neutralidad del observador, la autora recompone las dimensiones del método y muestra la necesidad de la integración dialógica y hologramática —por ponerlo en los términos aquí utilizados— para estudiar la ciencia en la organicidad de su contexto y en su función determinada. Más parecido a este segundo curso es lo que aquí se intenta.

A continuación se presentará un desarrollo bachelardiano en el cual se pueden apreciar los principios antes enunciados. Con este ejemplo se podrán observar a su vez tres niveles

diferentes de "aplicación" de los principios. En el primer nivel será posible observar su acción en un tema particular; en el segundo se vislumbra una generalización de las conclusiones obtenidas a partir de dicho tema; finalmente, el tercero puede ser tomado como una proyección global, enmarcada sin embargo, en un proyecto general de interpretación filosófica del nuevo espíritu científico. ¿Sería ir demasiado lejos si se sugiriera que entre estos tres niveles, al final, se podrá apreciar una relación que precisamente surgirá a partir de los tres principios o pautas que se han establecido? Es decir, ¿sería posible establecer entre ellos mismos una relación de no dualidad, no estaticidad y no atomicidad?

En primer término, en un nivel particular, se toma como ejemplo el breve análisis que Bachelard realiza sobre lo que él mismo denomina la *filosofía geométrica*.[5] Este pequeño análisis se propone mostrar la dialéctica y la síntesis efectuadas en el campo de la geometría a partir del siglo XVIII y su desenvolvimiento a lo largo de los siglos XIX y XX. El momento dialéctico al que se hace alusión es, en realidad, un "segundo" momento hablando históricamente, ya que es posterior a un periodo arquitectónico que va desde Euclides hasta los intentos que buscan mostrar su quinto postulado en el siglo XVIII (por parte de D'Alambert, Sacheri, Lambert, Taurinus y De Tilly). En este momento arquitectónico hay desarrollos geométricos tales como la geometría analítica y la geometría proyectiva, pero éstos, bajo la óptica de Bachelard, son más bien añadidos del edificio geométrico, que no sin guardar algo de originalidad, suponían en una u otra medida la base euclidiana; por lo demás, como bien señala el epistemólogo francés, la cuestión es más la de un modelo de razón que la de una ciencia particular, así

se puede entender que "Kant funda la arquitectónica de la razón sobre el carácter inmutable de la arquitectura geométrica".[6] Los primeros desarrollos que abren el camino para el descubrimiento del complemento de la ciencia geométrica, se encuentran así ante un *teorema* a demostrar, ante un saber a ratificar, y tienen como supuesto, administrado por una experiencia usual, el dar por sentado la existencia de las paralelas. Sin embargo, se puede advertir ya en estos primeros intentos la aurora de una nueva libertad matemática. Al dejar actuar a la imaginación por un instante, para ver "qué pasaría" en dado caso de negar el postulado de las paralelas, el desarrollo consecuente de esta *reductio ad absurdum* deja ver la luz de una nueva geometría verdaderamente consistente y dinamizadora. Y lo que es epistemológicamente relevante es el hecho de que se puede comenzar a apreciar que se llega a un replanteamiento ontológico de la cuestión. No es la existencia de las paralelas en el plano y en el sistema euclidiano lo que se debe conocer, sino su *función*.

Ya en el momento de la dialéctica franca, el cambio de enfoque que da primacía a la función sobre la existencia es más patente. Prueba de ello es la prioridad otorgada al afán de construcción y desarrollo por encima del afán de fundamentación que es siempre postergado. A este respecto nos dice Bachelard: "Se puede decir que durante 25 años Lobachevsky se ocupó, más bien, de extender su geometría que de fundamentarla. En efecto, no se la podría fundamentar sino entendiéndola. Parece que él quisiera probar el movimiento andando".[7] Nótese, aunque sea sólo de paso, que ya hay aquí una ligazón psicológica entre el sistema euclidiano y el no-euclidiano; la contradicción al interior de ambos sistemas no sobre-

vive, y es aquella misma contradicción, a través de la cual se buscaba ratificar el sistema euclidiano, la que llevó a cabo el "desdoblamiento de la personalidad geométrica".[8]

Finalmente, la ligazón psicológica se volverá coherencia formal en los trabajos de Klein y Poincaré. Este momento de síntesis será, a su vez, la concreción del cambio de enfoque ontológico antes mencionado. Así, la síntesis dada a las geometrías, a través de la noción algebraica de "grupo" en el *Programa de Erlangen,* proporcionará a la *función,* en tanto principio de transformación y relación, una base de unificación para las geometrías pues "es en tanto relaciones que las diversas geometrías son equivalentes. Es en tanto que relaciones que tienen una realidad; no por referencia a un objeto, a una experiencia o a una imagen de la intuición".[9] La realidad de la línea, del punto, del plano y del cuerpo geométrico no será su determinabilidad mediante su definición al estilo euclidiano ni su poder de evocar las intuiciones comunes, sino su poder de transformación y la relación que entable con diferentes grupos de axiomas. La línea que comúnmente se conocía con una sola paralela es un caso especial de línea que se ve complementada por los otros casos, en los que hay infinitas paralelas o ninguna. Así, es la serie de sus transformaciones, en uno u otro caso, las que la posibilitan y le dan una existencia más abarcante. "Se podría decir, en forma paradójica, que el no-euclidianismo yace en la depuración de una noción pura, en la simplificación de una noción simple".[10] Se entiende ahora por qué Lobachevsky bautizó su descubrimiento como una *Pangeometría.*

He aquí el caso particular, el primer nivel, y he aquí también una puesta en operación de la primera diada de princi-

pios: no *dualidad y principio dialógico.* Podemos ver cómo en esta síntesis histórica la dualidad juega en principio un papel problemático: o el quinto postulado formaba parte orgánica de la estructura axiomática del sistema de Euclides o, por el contrario, no se podía derivar de sus principios y no tenía lugar en el sistema; visto de otra manera: o el sistema estaba completo y era verdadero, o incompleto y falso. El diálogo comienza como un intento de legitimación y de reducción al absurdo, pero suele suceder, como en este caso, que lo que se tiene por absurdo es lo más verdadero; y al no poder reducir la geometría a un solo modelo fue necesario agregar, con reformas psicológicas de por medio, un segundo modelo tan verdadero, es decir, tan consistente en tanto sistema, como el primero. Y este diálogo, a su vez, dio paso a la síntesis de ambos, en tanto se tomara la constelación de sus transformaciones como lo primario. Formalmente es posible derivar un plano euclidiano de un modelo no-euclidiano y viceversa. Epistemológicamente ambos son complementos teóricos y momentos históricos necesarios que tuvieron que enfrentarse y que deben seguir su diálogo, y tal vez, entablarlo con otras áreas del pensamiento matemático.

En el segundo nivel de la cuestión es necesario mostrar de qué manera el desarrollo de la geometría no-euclidiana conlleva también el desarrollo de una epistemología no cartesiana según la perspectiva de Bachelard. Efectivamente, "el método cartesiano, que tan bien logra explicar el mundo, no llega a *complicar* la experiencia, lo que es la verdadera función de la investigación *objetiva*".[11] Complicar la experiencia objetiva deberá significar que "las nociones básicas deben ser captadas en sus relaciones, de la misma manera en que los objetos matemáticos deben recibir su definición real en su enlace como un

postulado".[12] En esto ya se ha insistido lo suficiente. El descubrimiento de las geometrías no-euclidianas (por parte de Gauss, Lobachevsky y Bolyai) realmente complicó la experiencia geométrica e hizo comprensible que los axiomas y las definiciones no son claros y distintos independientemente de aquello de lo que forman parte; parafraseando a un tal Pieri, citado por Robert Blanché: con ellos la geometría pasó de un modelo nomológico-deductivo a uno hipotético-deductivo.[13] Pero la cuestión aquí radicaría en que en este caso el ente matemático toma su "claridad" de su expansión, de sus múltiples bifurcaciones y usos (en cada uno de los cuales se redefine); así, su carácter discursivo no es independiente de su definición sino que es uno mismo con ella. Es entonces, en un nivel no puramente formal sino también estructural y más amplio donde encontraríamos en aplicación la tercera diada de principios (la no *atomicidad* y el *principio hologramático)* ya que, en estricto sentido, no hay contenedor, no hay elemento primero y todo elemento contiene su desarrollo discursivo. Cabe recordar que en el nivel formal encontramos una forma hologramática entre los modelos euclidianos y los no-euclidianos, porque, como ya se mencionó, se pueden derivar unos de otros indistintamente.

Finalmente, en un tercer nivel más amplio, y tomando un texto distinto del que hasta aquí ha sido utilizado —ahora se abordará el "superracionalismo"—,[14] habrá que mostrar que la segunda diada se encuentra presente en un nivel superior que es, tanto un proyecto con una visión filosófica, como una interpretación del desarrollo científico. Así, los principios de no

esteticidad y *recursividad organizacional* son encontrados, en dos tiempos, en el concepto de *superracionalísimo* propuesto por Bachelard. En el primer tiempo, que se compone a su vez de dos movimientos, se rompe todo estatismo. El primer movimiento dialéctico no es otro que el de los principios de la razón matemática que ya se han ventilado; para Bachelard éste es un cambio en la concepción misma de la razón, porque con el descubrimiento de las nuevas geometrías se "promovió la razón polémica al rango de razón constituyente".[15] El segundo movimiento de este primer tiempo es el de la experiencia física, que ahora es guiada por el matematismo de la razón polémica, pues "ahora se tiene menos necesidad de descubrir cosas que ideas".[16] Este movimiento sigue la inercia de aquel primero y lo hace total, aquí se juega toda la razón, ya que la nueva experiencia debe ir contra la vieja experiencia para delimitarla y al mismo tiempo completarla, pero esta delimitación-complementación es, sin lugar a dudas, una transmutación de la experiencia y la razón, ya que arriesgar el terreno ganado por la razón se vuelve imperativo: "Si en una experiencia uno no se juega su razón, esta experiencia no vale la pena de ser intentada".[17] Ante este doble movimiento dialéctico la razón debe ser entendida como razón dinámica.

El segundo tiempo es el tiempo de la recursividad organizacional que podría funcionar como respuesta a la pregunta: "¿No hay lugar, en una razón evolutiva, para una coherencia de algún modo dinámica que regularía la movilidad misma del psiquismo?".[18] Esta regularidad, que mantendría en movimiento perpetuo a la razón, es su modo mismo de proceder, su propia manera de constituirse; y en tanto ésta es, gracias

a las transformaciones previas, fundamentalmente auto-polémica, se encontrará en la posibilidad de asumirse a sí misma como su condición de posibilidad. Se podrá concluir con Bachelard que:

> La razón, felizmente incompleta, ya no puede dormirse en la tradición, ya no puede contar con la memoria para recitar sus tautologías. Sin cesar, necesita probar y probarse. Está en lucha con los otros, pero principalmente con ella misma. Esta vez tiene alguna garantía de ser incisiva y joven.[19]

Así, un *superracionalismo* es un nuevo racionalismo: uno dinámico y auto-organizado recursivamente; y no habrá que olvidar que el primer movimiento fue realizado por el pensamiento geométrico en su desdoblamiento no-euclidiano.

He ahí el conjunto de similitudes que se deseaban mostrar como posibles rutas de comparación. En definitiva, entre estos tres niveles hay relaciones a explicitar, se tiene aquí una tarea pendiente. Cerraremos ahora con un conjunto de previsiones e interrogaciones que no se pueden postergar tan fácilmente.

III

Primero las previsiones. Hay que reconocer que las categorías que se han utilizado para caracterizar algunos principios del discurso epistemológico de Bachelard son un tanto artificiales, sobre todo si se considera que él nunca las formuló como tales, sino que obedecen a una abstracción que parte de ciertas temáticas o posturas tomadas a través de algunos de sus textos, específicamente: *El compromiso racionalista*, *Estudios*, *El*

nuevo *espíritu científico, La íormación del espíritu científico* y la compilación titulada *Epistemología*.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que se ha hecho un ejercicio de concatenación, una serie de empates. Teniendo sumo cuidado en no olvidar el carácter provisional y de primer acercamiento que tiene el presente escrito, es necesario tener claro que no por esto se deben tomar por rebasadas todas las diferencias, las fronteras, las singularidades y los obstáculos que puede presentar un comparación como la recién realizada. Se habrá de reconocer que no se podrá contestar con toda cabalidad, y mucho menos de manera perentoria, a ciertas cuestiones que son sin duda alguna pertinentes para el tema que se ha tratado; más bien se pretende, como ya se dijo, poner en marcha un cierto itinerario posible de estudio, cuya única necesidad nace de una lectura atenta de los textos bachelardianos; así, se pone de manifiesto esta posibilidad esperando que no se trate de una aportación menor.

Finalmente, muy cercanas a aquellas interrogaciones pertinentes, están otras que no han dejado tranquilo al autor de estas líneas ni antes ni durante ni después de su redacción: ¿Servirán algunas de las conclusiones de Bachelard para estudiar la complejidad desde una perspectiva epistemológica? ¿El pensamiento complejo y la epistemología de este particular autor tienen como causa común la emergencia de la nueva física del siglo xx o pertenecen a órdenes discursivos muy distintos? ¿Esta relación, de ser posible establecerla, mostraría finalmente que se dio una transformación epistémica (en la configuración racional) a inicios del siglo xx, la cual se ha exacerbado en la segunda mitad del siglo, operando en el saber científico hasta nuestros días?

Sea lo que fuere de estas y otras interrogantes, se puede tener confianza en que el diálogo entre dos discursos, con ocasión de hacer patentes sus consonancias y disonancias, no

puede traducirse sino en el enriquecimiento de ambos, aunque sea desde una perspectiva particular y con emprendimientos acotados y llenos de reservas. Este ejercicio deberá fortalecer, por lo demás, el filo crítico de la filosofía, lo que no es en ningún sentido la menor de sus tareas.

FUENTES CONSULTADAS

BACHELARD, G., *Epistemología*, Barcelona, Anagrama, 1973.

———, *El nuevo espíritu científico,* México, Nueva Imagen, 1981.

———, *La formación del* espíritu *científñco. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento científico,* México, Siglo XXI, 2000.

———, *La filosofía del no. Ensayo de un nuevo espíritu científico,* Buenos Aires, Amorrortu, 2003.

———, *Estudios,* Madrid, Amorrortu, 2004.

———, *El compromiso racionalista,* 9a. ed., México, Siglo XXI, 2005.

BLANCHE, R., *La axiomática,* México, Fondo de Cultura Económica, 2002.

MORIN, E., *Introducción al pensamiento complejo,* Barcelona, Gedisa, 2007.

NAJMANOVICH, D., *Mirar con nuevos ojos: nuevos paradigmas en la ciencia y el pensamiento complejo,* Buenos Aires, Biblos, 2008.

Ciencia y tecnología

Biotecnología aplicada en el uso de moléculas bacterianas como bioconservadores para alimentos

J. Eleazar Barboza Corona*
Norma M. de la Fuente Salcido**

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, las bacterias no solamente han sido un problema de salud pública para la humanidad debido al sinnúmero de enfermedades que ocasionan, sino que también han servido como una herramienta muy valiosa para la producción de biomoléculas que luego son empleadas con diferentes propósitos, entre los cuales pueden mencionarse: la bioconservación de alimentos, el control de insectos plaga y hongos fitopatógenos, la salud humana, entre otros.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) han sido empleadas para la elaboración de productos como el yogurth, el cual, además de proporcionar ciertos nutrimentos, contiene millones de bacterias que impiden que otras bacterias patógenas se establezcan en el organismo, contribuyendo de esta manera a la salud de quienes lo consumen. Se ha descubierto que entre los factores que impiden el establecimiento de bacterias patógenas en el organismo está el hecho de que las BAL liberan

péptidos que las aniquilan. Dichos péptidos son conocidos como *bacteriocinas* o *péptidos antimicrobianos.* Por otro lado, las plantas y los animales también producen proteínas (conocidas como *proteínas de defensa del hospedero)* que cumplen la función protectora contra el ataque de bacterias patógenas. Independientemente de cuál sea el origen del péptido antimicrobiano, estas proteínas también pueden ser empleadas como agentes bioconservadores de alimentos, o bien, como antibióticos.

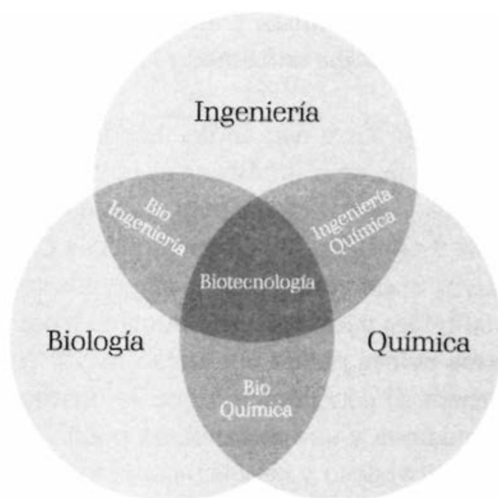
De manera particular, *Bacillus thuríngiensis* es una bacteria que se caracteriza por su capacidad para producir cristales conformados por proteínas insecticidas llamadas *Gry* (véase figura 1). Sin embargo, el potencial que estas bacterias tienen para producir péptidos antimicrobianos ha sido poco explorado. En este trabajo se revisan aspectos generales de la biotecnología relacionados con el uso de bioconservadores en los alimentos, y hacemos especial énfasis en lo que se refiere a las bacteriocinas producidas por las bacterias ácido lácticas y por una bacteria *(B. thuríngiensis)* tradicionalmente empleada como insecticida biológico.



Células de *Bacillus thuringiensis.* La flecha indica la posición del cristal insecticida (cuerpo parasporal) el cual se encuentra ubicado a un lado de la espora (elipse refringente).
Fuente: Eleazar Barboza y Norma M. de la Fuente.

La interacción estratégica entre diversos campos de las ciencias biológicas, la química, la bioquímica y la ingeniería, dio lugar a un enfoque multidisciplinario a partir del cual se pudo desarrollar una nueva tecnología: la *biotecnología* (véase figura 2).

Figura 2



La biotecnología resulta de la interacción entre diversas áreas del conocimiento. Fuente: http://todobiotecnologia.page.+ 1/, consultado el 23 de agosto de 2011.

La *biotecnología* implica la creación de numerosas técnicas y estrategias metodológicas generadas a partir de las investigaciones hechas con sistemas biológicos, organismos, o sus productos metabólicos, con el fin de concebir nuevos productos, innovadores procesos (o la modificación de éstos), y proporcionar un bien o un servicio útil para la sociedad. Aunque tradicionalmente la biotecnología ha estado ligada con el desarrollo

de la humanidad, por ejemplo en la elaboración de productos fermentados (pan, vino, queso) o en la obtención de vegetales híbridos, no fue sino hasta la década de 1970 cuando los desarrollos de la biología molecular y de la ingeniería genética dieron un giro insospechado y vertiginoso provocando la "modernización" de la biotecnología, convirtiéndola en una fuente inagotable de aplicaciones para muchas áreas de interés económico, y dando lugar al surgimiento de la biotecnología de alimentos, la biotecnología vegetal, la biotecnología de los procesos fermentativos (enzimas y anticuerpos, ingeniería de proteínas), la biotecnología ambiental y la biotecnología farmacéutica, entre otras.

La biotecnología hace uso de las tecnologías pertinentes con el fin de manipular o modificar el material genético de plantas, animales y microorganismos, para así generar especies mejoradas respecto de sus características originales, por ejemplo: cultivos resistentes a plagas, alimentos vegetales más nutritivos y animales para consumo humano (como el ganado vacuno), de los cuales pueda obtenerse mayor rendimiento, etcétera. Además, el conocimiento que se obtenga acerca de los microorganismos y sus metabolitos puede proporcionar algún producto novedoso y benéfico como los conservadores naturales de alimentos (oligosacáridos, bacteriocinas).[1] En este rubro, la biotecnología ha avanzado considerablemente en los últimos 20 años debido al gran interés que muestran los consumidores por obtener alimentos libres de microorganismos (que sean seguros), a la vez que demandan que tales alimentos contengan menos conservadores químicos. Una de las áreas más importantes de la investigación desarrollada con bacteriocinas tiene que ver con la indagación acerca de su naturaleza química y genética, ya que en ello se vislumbra un

potencial que podría ser aplicado en diversos campos tales como la bioconservación de alimentos, la medicina y el cuidado del ambiente.

BIOCONSERVACIÓN Y BACTERIOCINAS

Existen diferentes métodos para conservar los alimentos, pueden ser tan simples como eliminarles agua (deshidratación), adicionarles sales (salado) o puede tratarse de procedimientos más complejos, como someterlos a un tratamiento con microondas, agregarles algún compuesto químico, como el benzoato de sodio, o alguna proteína antimicrobiana, entre otros.

Con relación a la bioconservación, ésta se refiere a la extensión tanto de la vida como de la seguridad de un alimento en el anaquel, lo que se logra mediante el uso de microbiota natural o controlada, o de sus compuestos antimicrobianos.[2] Sin embargo, la bioconservación es un término que en los últimos años se ha acuñado de manera diferente, y puede referirse tanto a las técnicas utilizadas para obtener alimentos seguros, como a los alimentos mínimamente procesados y sin aditivos. La bioconservación ha tomado auge debido al efecto que tienen los llamados bioconservadores, los cuales aumentan la vida útil e incrementan la seguridad de los alimentos.[3] Entre los microorganismos productores de bacteriocinas, las bacterias ácido lácticas (BAL) han sido las más ampliamente estudiadas. Entre las bacteriocinas sintetizadas por estas bac-

terias, la *Nisina* es la única utilizada a nivel comercial, y se ha usado con una efectividad comprobada como bioconservadores de alimentos en más de 50 países; además, es considerada como un producto seguro con nivel GRAS (Generally Recognized as Safe) y cuenta con la autorización de la FDA (Food and Drug Administration) para su aplicación. La adición de bacteriocinas en los alimentos representa una excelente estrategia para el control de bacterias patógenas perjudiciales para la salud humana como las siguientes: *Listeria monocytogenes, Glostridium botulinum, Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Salmonella typhimurium y Bacillus cereus,* entre otras.[4] Las bacteriocinas son péptidos naturales sintetizados y secretados por las bacterias; tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de especies que pueden estar o no estar relacionadas filogenéticamente, y eliminan o reducen significativamente la competencia por los nutrientes disponibles.

En general, las bacteriocinas pertenecen al grupo de metabolitos secundarios microbianos codificados por grupos de genes que se sintetizan bajo condiciones en las que hay agotamiento de algún nutriente; por la biosíntesis o adición de algún inductor; o por el descenso de la velocidad de crecimiento.[5] Generalmente son aisladas de los cultivos productores bajo condiciones de laboratorio, sin embargo, el proceso para su extracción, aislamiento y purificación, está expuesto a la contaminación producida por otras bacterias y microorganismos en general. Estas proteínas pueden producirse de manera natural durante el proceso de fermentación de los alimentos; además, se pueden producir en mayor cantidad

mediante fermentación *in vitro* y bajo óptimas condiciones fisicoquímicas.[6] Una mayor producción de bacteriocinas está limitada por la dificultad de difundirse en el medio, la inactivación por proteasas y la adsorción de partículas del alimento. Cabe señalar que, aún realizándose la fermentación controlada, puede haber diferencias en la actividad de las bacteriocinas producidas, debido a la influencia que ejerce el medio ambiente sobre el proceso; por ejemplo, una variación en el pH del medio puede provocar menor liberación de la bacteriocina de la célula productora, así como menor disponibilidad.[7] El modo de acción de las bacteriocinas es complejo, pero comparten mecanismos semejantes. La *Nisina* y la *Pediocina* son las bacteriocinas más estudiadas: ambas actúan destruyendo la integridad de la membrana citoplasmática a través de la formación de poros, lo que provoca la salida de compuestos pequeños, o altera la fuerza motriz de los protones (necesaria para la producción de energía y para la síntesis de proteínas o ácidos nucleicos).[8]

Para que las bacteriocinas tengan la posibilidad de ser aplicadas como aditivos alimentarios se debe tener perfectamente establecido el rango de su actividad, así como las características bioquímicas y genéticas de la cepa que las biosintetiza y del producto metabólico final; además, a través de las investí-

gaciones, se puede establecer la sensibilidad de las bacteriocinas dependiendo de los diferentes valores de pH, la temperatura y otros factores que puedan afectar su producción.[9]

BACILLUS THURINGIENSIS, ¿UN BIOINSECTICIDA QUE PUEDE USARSE COMO BIOCONSERVADOR EN ALIMENTOS?

Resulta interesante que las bacterias utilizadas como agentes para el control biológico de insectos plaga, como el caso de *B. thuringiensis*, produzcan de manera natural bacteriocinas, lo cual, por otro lado, no resulta tan sorprendente si se toma en consideración que deben competir con otras bacterias por su nicho ecológico. En este sentido, la biotecnología nos puede ayudar para que una biomolécula, producida por un agente insecticida, pueda ser usada para la bioconservación de alimentos.

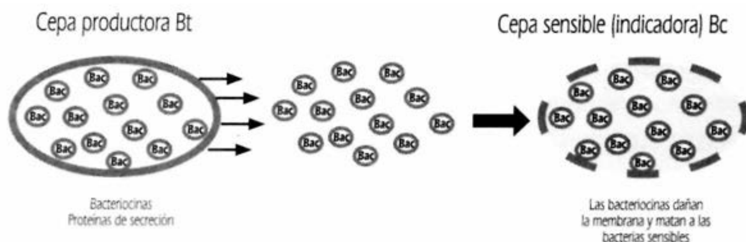
En el laboratorio de Biotecnología Molecular del Departamento de Alimentos, División Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, llevamos varios años estudiando las bacteriocinas producidas por cepas mexicanas de *B. thuringiensis*. Inicialmente, de una colección de aproximadamente 100 cepas, proporcionadas por el doctor Jorge Ibarra del CINVESTAV, Unidad Irapuato, seleccionamos cinco que presentaban la mayor actividad contra *B. cereus*. Estas bacteriocinas las "bautizamos" como *morricina 269*, *kurstacina 287*, *kenyacina 404*, *entomocina 420* y *tolworthcina 52,4*, con base en la subespecie de la cual fueron aisladas y en el número de cepa que les habían dado en el laboratorio de bioinsecticidas. Por ejemplo, en el caso de las bacteriocinas

anteriores, éstas fueron obtenidas de *B. thuringiensis* subsp. *morrisoni* (LBIT 269), *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (LBIT 287), *B. thuringiensis* subsp. *kenyae* (LBIT 404), *B. thuringiensis* subsp. *entomocidus* (LBIT 420) y *B. thuringiensis* subsp. *tolworthi* (LBIT 524), respectivamente.[10] Hemos observado que estas bacteriocinas tienen un amplio espectro de actividad contra diversas bacterias Gram-positivas y Gram-negativas (consideradas patógenas para los alimentos, además de que poseen significancia clínica) como: *Shigella flexneri*, *E. coli*, S. *aureus*, *S. xylosus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Str. pyogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeuroginosa*, *Enterobacter cloacae.* Demostramos que el espectro de actividad de las bacteriocinas se extiende a organismos microparásitos fúngicos como *Trichoderma sp.*[11] También se demostró que 50 cepas de *S. aureus*, aisladas de vacas infectadas con mastitis bovina, fueron susceptibles a las bacteriocinas ensayadas;[12] y debido a que *S. aureus* es uno de los patógenos más comúnmente asociados a infecciones en bovinos, las bacteriocinas sintetizadas por cepas mexicanas pueden ser útiles como un método alternativo para ayudar en el control de la mastitis bovina. Igualmente se ha demostrado que estas bacteriocinas inhiben el crecimiento de *Salmonella spp* —la cual fue aislada de vegetales (lechugas) comercializados en centros de abasto y supermercados de las ciudades de Irapuato y Salamanca—, por lo que las bacteriocinas también pueden ser una estrate-

gia útil para el control de agentes patógenos transmitidos por los alimentos y que ponen en riesgo la salud de los consumidores.[11]

Uno de los problemas a los que nos enfrentamos al estudiar las bacteriocinas, fue cómo detectarlas de manera rápida y segura. Para resolverlo, desarrollamos un método fluorogénico, el cual funciona de la siguiente manera: una vez que las bacteriocinas entran en contacto con la membrana bacteriana (véase figura 3) la "permeabilizan", permitiendo con ello la en-

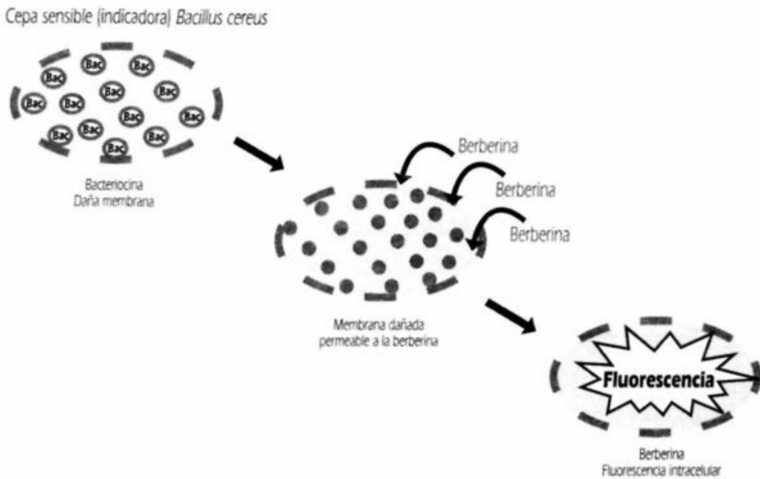
Figura 3



Las cepas de *B. thuringiensis* biosintetizan y secretan bacteriocinas que actúan al nivel de la membrana celular de la cepa sensible.
Fuente: Eleazar Barbo/a y Norma M. de la Fuente.

trada de un compuesto llamado *berberína*, el cual, ya intracelularmente, es capaz de interaccionar con otros componentes intracelulares (ácidos nucleicos, proteínas, etcétera) y fluorescer, lo que fácilmente puede ser detectado por un fluorómetro o por un microscopio de fluorescencia[14] (véase figura 4).

Figura 4



Las células "dañadas" por las bacteriocinas permiten la entrada de la *berberina* al citoplasma, donde fluoresce. Esta fluorescencia intracelular puede ser medida con un fluorómetro u observada con un microscopio de fluorescencia.
Fuente: Eleazar Barboza y Norma M. de la Fuente.

Debido a que las bacteriocinas se producen en bajas concentraciones, se dificulta su purificación; por ello, hemos estudiado la manera de incrementar su producción por medio de la inducción, al ponerlas en contacto con una bacteria susceptible,[15] o modificando las condiciones físicas de cultivo como el pH, la temperatura y la agitación.[16]

La aplicación de bacteriocinas a los alimentos proporciona una serie de beneficios, en comparación con el uso de conservadores químicos tradicionales,[17] porque no impactan la calidad sensorial ni nutricional de los alimentos y son consideradas seguras para la cadena alimentaria humana; además, no generan resistencia porque son producidas de manera natural por bacterias fermentativas y no impactan el ambiente ya que se degradan con rapidez. La implementación de modernas tecnologías para el procesamiento de los alimentos, y para asegurar la calidad microbiológica de los mismos, ha disminuido, mas no eliminado, los riesgos relacionados con enfermedades derivadas del consumo de alimentos contaminados con microorganismos. La actividad antimicrobiana de las bacteriocinas representa un gran potencial para la industria alimentaria, debido a que se pueden utilizar como conservadores biológicos, y a que cuentan con la ventaja de ser proteínas que al biodegradarse no forman compuestos secundarios nocivos para la salud.

Con relación a *B. thuringiensis,* resulta evidente que no podemos emplear como un bioconservador para alimentos las bacteriocinas producidas de manera directa por dicha bacteria, ya que se ha comprobado que, además de las bacteriocinas y las proteínas *Cry,* también produce algunos compuestos que podrían resultar nocivos para la salud humana. Por lo anterior, uno de los grandes retos que tenemos en el laboratorio de Biotecnología Molecular es tratar de aislar, mediante ingeniería genética, los genes que codifican dichas bacterioci-

nas, lo cual nos permitiría sobreexpresarlas y producirlas en una bacteria que sea segura (GRAS) para el ser humano.

FUENTES CONSULTADAS

BAHBOZA, J.E., N.M. de la Fuente, N. Alva *et al,* "Activity of Bacteriocins Synthesized by *Bacillus thuringiensis* against *Staphylococcus aureus* isolates Associated to Bovine Mastitis", *Veterinary Microbiology,* vol. 138, 2009, pp. 179-183.

———, H. Vázquez, D.K. Bideshi y R. Salcedo, "Bacteriocin-like Inhibitor Substances Produced by Mexican Strains *of Bacillus thuringiensis", Archives of Microbiology,* vol. 187, num. 2, 2007, pp. 117-126.

CASTAÑEDA, C, V Cortés, N.M. de la Fuente et *al.,* "Isolation of *Salmonella spp.* from Lettuce and Evaluation of its Susceptibility to Novel Bacteriocins Syndiesized by *Bacillus thuringiensis* and antibiotics", *Journal of Food Protection,* vol. 74, 2011, pp. 274-278.

CINTAS, L.M., M.P. Casaus, C. Herranz *et al.,* "Review: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria", *Food Science Technology International,* vol. 7, num. 4, 2001, pp. 281-305.

DE LA FUENTE, N.M., M.G. Alanis, D.K. Bideshi *et al.,* "Enhanced Synthesis and Antimicrobial Activities of Bacteriocins produced by Mexican Strains of *Bacillus thuringiensis", Archives of Microbiology,* vol. 190, num. 6, 2008, pp. 633-640.

———y J.E. Barboza, "Inocuidad y bioconservación de alimentos", *Acta Universitaria,* vol. 20, num. 1, 2010, pp. 43-52.

———, R. Salcedo, M.G. Alanis *et al., "A* New Rapid Fluorogenic Method for Measuring Bacteriocin Activity", *Journal of Microbiological Methods,* vol. 70, num. 1, 2007, pp. 196-199.

DEMAIN, A.L., "Induction of Microbial Secondary Metabolism", *International Microbiology,* vol. 1, num. 4, 1998, pp. 259-264.

LEJEUNE, R., R. Callewaert, K. Crabbé y L. De Vuyst, "Modelling the Growth and Bacteriocin Production by *Lactobacillus amylovorus* DCE 471 in Batch Cultivation", *Journal of Applied Microbiology,* vol. 84, 1998, pp. 159-168.

LEROY, F. y L. De Vuyst, "Bacteriocin-producing Strains in a Meat Environment", en J.L. Barredo (ed.), *Methods in Biotechnology-Microbial Products and Biotransformations,* Totowa, Humana Press, 2005, pp. 369-380.

MONTVILLE, T.J. e Y. Chen, "Mechanistic Action of Pediocin and Nisin: Recent Progress and Unresolved Questions", *Applied Microbiology and Biotechnology,* vol. 50, 1998, pp. 511-519.

Ruiz, E, B. Rojo, Y. Sáenz et al., "Bacteriocinas para la estabilización microbiológica y reducción de la dosis de $S0_3$", *International Sympsium Microbiology and Foods Safety of Wine "Microsafetywine",* España, Vilafranca del Penedés, 2007, pp. 21-23.

SABLÓN, E., B. Contreras y E. Vandamme, "Antimicrobial Peptides of Lactic Acid Bacteria: Mode of Action, Genetic and Biosynthesis", *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology,* vol. 25, 2000, pp. 125-136.

STILES, M.E., "Biopreservation by Lactic Acid Bacteria", *Antonie van Leeuwenhoek. International Journal of General and Molecular Microbiology,* vol. 70, 1996, pp. 331-345.

YANG, R. y B. Ray, "Prevalence and Biological Control of Bacteriocin-producing Psychrotrophic *leuconostocs* Associated with Spoilage of Vaccum-packaged Process Meats", *Journal of Food Protection,* vol. 57, 1994, pp. 209-217.

————, M.C. Johnson y B. Ray, "Novel Method to Extract Large Amounts of Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria", *Applied and Environmental Microbiology,* vol. 58, num. 10, octubre, 1992, pp. 3355-3359.

La inherente complejidad de los sistemas nanoestructurados y su potencial para el desarrollo de la medicina del siglo XXI

Juvencio Robles*

One cannot escape the feeling
that these mathematical
formulae have an *independent*
existence and an intelligence
of their own, that they are wiser
than we are, wiser even than
their discoverers, that we get
more out *of them than was*
originally put into them.
HEINHICH HEHTZ (1857-1894)

COMPLEJIDAD Y CIENCIA CONTEMPORÁNEA

Hoy en día pocos académicos pondrían en duda que la gran mayoría de los problemas que se estudian desde casi cualquier disciplina, cuando el análisis realmente se profundiza, inmediatamente nos obligan a realizar un abordaje ínter, multi y transdisciplinario de los mismos. Por ejemplo, el actual concepto de "enfermedad" ha trascendido la idea de que aquélla es sólo una colección de síntomas, y hoy se piensa que la complejidad inherente a la idea de enfermedad es tal,

que para intentar abordarla se requiere (como una primera lista) del concurso de médicos, biólogos, químicos, físicos, farmacéuticos, sociólogos, enfermeros, trabajadores sociales, filósofos, etcétera. Lo mismo podría decirse de casi cualquier tema, desde la economía hasta los procesos cerebrales, la dinámica planetaria, las revoluciones sociales y el origen de la vida. Es así como reconocemos que la complejidad es inherente a casi todos los procesos y fenómenos que estudiamos, tanto a los asociados con las mal llamadas ciencias "duras", como a los relacionados con las ciencias "blandas" (o "menos duras", y que están en proceso de "endurecerse", si así es como caracterizamos a su ineludible matematización). Los nuevos desarrollos científicos, y los tecnológicos asociados a aquéllos, como la nanotecnología y la biotecnología, son excelentes muestras de cómo la complejidad ha invadido nuestro conocimiento y la estructura de nuestro pensamiento, lo que nos lleva a construir metodologías complejas para tratar de construir conocimientos complejos acerca de sistemas que también se reconocen como cada vez más complejos. En la física estadística, el surgimiento de la teoría del caos fue uno de los ejemplos más claros del abordaje de problemas cuya complejidad requirió elaborar una audaz propuesta epistemológica entre las fronteras de teorías sustentadas, ya en un orden rígido, o ya en la aleatoriedad absoluta. De hecho, aunque uno de los problemas de la complejidad es que aún no se ha aceptado una definición o un concepto universal para su descripción —ni siquiera se cuenta con un lenguaje o algún discurso epistemológico reconocido—,[1] cabe recordar que una propuesta para definirla fue la que surgió en torno a la idea de la "orilla del

caos".[2] Ésta se formuló en el Instituto Santa Fe, un renombrado centro de estudios sobre la complejidad donde científicos de las más diversas formaciones discuten la posibilidad de entender sistemas tan diversos, como la economía o la evolución del universo, desde la perspectiva de la complejidad. No tener una definición formal de esta última sigue siendo un problema, aunque probablemente esto no resulte ser tan relevante después de todo. Para dar una idea de la dificultad inherente a esto, Seth Lloyd, del MIT y del Instituto Santa Fe, ha propuesto hasta 31 definiciones posibles del concepto de complejidad.[3] Las más interesantes identifican tal concepto con:

1. Entropía (en un sistema la complejidad es proporcional a la entropía o desorden).
2. Información (la complejidad es una medida de la cantidad de información contenida en un sistema).
3. Dimensión fractal (la complejidad es una medida de la cantidad de detalle que el sistema posee en escalas cada vez menores).
4. Complejidad jerárquica (una medida de la diversidad observada en los diferentes niveles de un sistema estructurado jerárquicamente).
5. Complejidad gramatical (el grado de universalidad del lenguaje requerido para describir un sistema).
6. Complejidad computacional temporal (el tiempo requerido por una computadora para resolver un problema o describir un sistema).
7. Información mutua (el grado en que una parte de un sistema contiene información de las otras partes).

Uno podría pensar que si tenemos tantas posibles definiciones de un concepto es porque realmente no sabemos nada del mismo. Pero por otro lado, ¿no es evidente que un concepto como el de *complejidad* es por sí mismo de una naturaleza compleja tal que escapa a una única definición? Todas las definiciones anteriores son adecuadas ya que, finalmente, todas arrojan una luz diferente, desde múltiples perspectivas, sobre un concepto elusivo del cual no nos podremos librar.

COMPLEJIDAD EN EL NANOMUNDO

Richard P. Feynman (1918-1988), premio Nobel de Física en 1965, fue científico, maestro, músico y escritor.[4] Desarrolló especialmente la electrodinámica cuántica, pero también logró traducir jeroglíficos mayas y bailó disfrazado en un carnaval en Río de Janeiro, Brasil. ¡Toda una exaltación de la complejidad de la naturaleza humana! Sin embargo, puede ser reconocido muy especialmente por la gran visión que demostró cuando presentó su ya célebre discurso *There's Plenty ofRoom at the Bottom. An Invitation to Enter a New Field of Physics,* el 29 de diciembre de 1959, en la Reunión Anual de la American Physical Society.[5] Sin exagerar, éste puede ser considerado el origen de lo que hoy conocemos bajo los nombres de *nanotecnología* y *nanodencia.* Efectivamente, en ese apasionado llamado, Feynman preguntaba por primera vez a una audiencia científica sobre la posibilidad de escribir los 24 volúmenes completos de la *Encyclopedia Bríttanica* en la cabeza de un alfiler. Es decir, planteaba el proble-

ma de manipular y controlar cosas en una escala pequeña. Si bien entonces ya se hablaba de *miniaturización*, la escala a la que ésta se concebía era aún enorme comparada con lo que Feynman tenía en mente *(I really mean little)*, lo cual, sin aún llamarlo por este nombre, era una *escala nanométrica*. En su conferencia, describe la posibilidad de crear lo que hoy llamaríamos nanomáquinas, nanomotores y nanorobots ("manos", que a esa escala puedan acometer cientos de tareas).

Curiosamente, él no usa en su discurso las palabras que inician con el prefijo *nano*, las cuales hoy denotan este maravilloso campo. En un comentario, que ahora resulta irónico por la profecía que encierra, dice: "En el año 2000, cuando la gente piense en nuestra época, ellos se preguntarán por qué no fue sino hasta el año 1960 que alguien comenzó a moverse seriamente en esta dirección".[6]

La promesa que guardaba este discurso es hoy una realidad impresionante, a tal grado que actualmente se considera que en los desarrollos adecuados de la nanociencia y la nanotecnología hay un potencial sólo comparable con el de la revolución industrial. Este potencial, y la diversidad infinita de aplicaciones que parece tener, han sido reconocidos por el gobierno de los Estados Unidos, quien destinó una cantidad sin paralelo del presupuesto fiscal del año 2008 para apoyar el desarrollo responsable de este campo; ello está coordinado por The National Nanotechnology Initiative (NNI),[7] un organismo creado por el National Science and Technology Council (NSTC); este último fue establecido en 1993 para aconsejar sobre ciencia y tecnología al presidente de Estados Unidos y para coordinar las políticas del Gobierno Federal en lo referen-

te a la ciencia, el espacio y la tecnología; además, establece las metas nacionales precisas hacia las cuales dirigir las inversiones federales más importantes en estos campos. El NSTC, a través de múltiples agencias de financiamiento y Secretarías de Estado (Departamentos), coordina los apoyos federales otorgados a las áreas de desarrollo que se consideran prioritarias.[8] El presupuesto que solicitó la NNI al congreso de Estados Unidos en 2008, siete años después de su creación en 2001 (cuando solicitó tres veces menos presupuesto), fue de l'440,000 dólares.[9] La magnitud de la inversión demuestra la importancia que tiene el desarrollo responsable de la nanotecnología y la nanociencia para áreas tan diversas como la energía, la seguridad y la salud. Estos avances ya comienzan a materializarse como parte de una época que nos llevará hacia un nuevo mundo de productos, herramientas, procesos y negocios. El impacto económico y social de todo ello es aún inimaginable.

NANOTECNOLOGÍA Y NANOCIENCIA EN EL SIGLO XXI

La nanociencia es *comprender* y la nanotecnología es *controlar* la materia en una escala o dimensión dada entre 1 y 100 nanómetros (1 nm es 1 x10^{-9} metros, o sea, la millonésima parte de un milímetro). La nanociencia y la nanotecnología están íntimamente ligadas y son inseparables. A esta escala ocurren fenómenos únicos *(small is different),* los cuales favorecen nuevas aplicaciones y desarrollos que comprenden lo que ahora conocemos como nanociencia, nanoingeniería, nanomedicina y nanotecnología. Tales desarrollos han mostrado que a dicha escala las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales difieren en múltiples

formas, fundamentales y valiosas, respecto a sus átomos individuales y respecto al material macroscópico correspondiente. Ello se debe a que en esta escala los efectos cuánticos se manifiestan plenamente como una clara expresión de la complejidad inherente a los materiales nanoestructurados. Los nanomateriales desarrollados hasta ahora sólo muestran una pequeñísima porción de lo que está en espera. Entre sus aplicaciones más importantes podríamos citar las siguientes: nanocatalizadores,[10] medioambiente,[11] seguridad,[12] salud,[13] almacenamiento de hidrógeno, celdas de combustible, bioingeniería de tejidos, transporte de fármacos y de genes, electrónica, etcétera.[14]

La habilidad para controlar a escala nanométrica la materia y su organización, está dando como resultado avances tecnológicos en muchas áreas, incluidas la energía, la medicina y el ambiente. Sin embargo, al ser un campo totalmente nuevo, el comportamiento de estos nanomateriales también puede suponer riesgos para la salud pública y para el ambiente. Estos riesgos potenciales demandan estudios y desarrollos responsables y sustentables (sostenibles) que no comprometan a la sociedad, y que tampoco dejen de beneficiarla con nuevos productos y procesos,[15] los cuales pueden incluir desde la fabricación de mejores baterías, bicicletas y cosméticos, hasta el transporte biológico de fármacos al lugar preciso en

donde son requeridos por el cuerpo, o la limpieza y purificación de agua y suelo contaminados.

Por otro lado, hoy queda claro que la investigación en nanociencia y nanotecnología puede usarse para proteger, manejar y remediar el ambiente, y también, que el riesgo potencial de la contaminación ambiental puede anticiparse y prevenirse.[16] La nanotecnología puede mejorar significativamente la protección al medio, ayudando a comprender mejor y a controlar las emisiones que múltiples fuentes lanzan al ambiente, y también favoreciendo el desarrollo de tecnologías y procesos químicos "verdes" capaces de minimizar la producción de subproductos indeseables y de remediar la situación de los espacios contaminados (aire, suelo, tiraderos, rellenos sanitarios, almacenes y diversas fuentes de agua).

NANOTECNOLOGÍA Y MEDICINA: NANOMEDICINA

Aunque hoy existen una pléyade de nuevas enfermedades, a la vez que otras ya viejas resurgen de manera alarmante (como la malaria, la tuberculosis e incluso la viruela), las nanotecnologías y otras novedosas investigaciones biológicas y médicas sugieren que podemos estar por primera vez ante la posibilidad real de curar y tratar efectivamente enfermedades tan temibles como el cáncer, el mal de Parkinson, la malaria, el SIDA, y muchas más.

En efecto, los Institutos Nacionales para la Salud (NIH) recientemente han declarado lo que consideran las líneas de actuación más promisorias para apoyar y desarrollar los campos de la salud y la clínica:[17]

1. Reingeniería de la investigación clínica.
2. Librerías moleculares y de imágenes *(Imagenologíá).*
3. Bloques constitutivos, rutas biológicas y redes.
4. Biología estructural.
5. Bioinformática y biología computacional.
6. *Nanomedicina.*
7. Reclasificar *molecularmente* las enfermedades.
8. Investigación *interdisciplinaria* (en oposición a multidisciplinaria).
9. Investigación de punta, y por lo tanto de riesgo.
10. Asociación entre organizaciones públicas y privadas.

Estos nuevos enfoques requieren que los equipos de investigación sean no solamente multidisciplinarios (reunión de personal formado en diversas disciplinas), sino *interdisciplinarios,* es decir, que estén formados por personas entrenadas en varias disciplinas y que sean capaces de estudiar problemas biológicos tan complicados como las enfermedades complejas. Igualmente, es necesario comenzar a entrenar a las nuevas generaciones en campos como la nanomedicina, buscando que su formación sea interdisciplinaria. Esto demuestra cómo la complejidad de estos conocimientos y sistemas también influye de otras maneras en la sociedad al generar la necesidad de establecer sistemas educativos más complejos.

En opinión del Director de los NIH, Elias Zerhouni,[18] vivimos tiempos muy interesantes para la investigación médica. Se han logrado avances muy importantes en las técnicas de diagnóstico *(imagenologíá* o *imaging,* biosensores) y en el tratamiento y curación de las enfermedades. Esto ha llevado a que en Estados Unidos, en los últimos 30 años, la esperanza

de vida haya aumentado en promedio unos seis años y las tasas de discapacidad en personas de la tercera edad hayan disminuido 30 por ciento. Sin embargo, los casos nuevos de cáncer en ese país durante 2007 fueron l'444,920. Los costos para el tratamiento de ésta y demás enfermedades han creado un aumento imparable en los gastos médicos en relación con el producto interno bruto (PIB). En Estados Unidos estos gastos han aumentado de 9 por ciento en 1980 a 16 por ciento en 2005, y se proyecta que llegarán a 20 por ciento del PIB en 2015, lo que resultará insostenible y representará una carga enorme sobre el Estado y la sociedad en su conjunto. La investigación basada en la nanomedicina, por ejemplo, puede jugar un destacado papel al aliviar y atenuar este gasto, al mejorar la calidad de vida, y al aumentar la longevidad humana conservando dicha calidad de vida.

Para ello, según el director del NIH, debe darse una profunda revolución de la manera en la cual se entiende la medicina, y también de la forma en la que se actúa en la misma; ello deberá comprender los cambios fundamentales que reconozcan la complejidad inherente a esta disciplina:

1. La medicina actualmente es así:
   a) Trata las enfermedades sólo cuando los síntomas aparecen y se pierde la función normal.
   b) No entiende los eventos celulares y *moleculares* que causan las enfermedades.
   c) Son costosos el tratamiento y la atención de las discapacidades.
2. La medicina en los próximos años del siglo XXI será así:
   a) Intervendrá antes de que aparezcan los síntomas y buscará preservar la función normal tanto como sea posible.
   b) Comprenderá los eventos *moleculares preclínicos* con habilidad y con el fin de detectar pacientes en riesgo.

c) Será más eficiente, en términos de *órdenes de magnitud*, por lo que se abatirán los costos de los tratamientos.

La *Era de la Medicina de Precisión* se caracterizará por las cuatro "P's": Predictiva, Personalizada, Preventiva y Participativa.[19]

La nanotecnología ofrece nuevas oportunidades para tratar viejos problemas referidos al diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades complejas. Tal potencial necesitará de científicos formados en muy diversas áreas, como la química, la física, la biología, las ingenierías, la sociología, la filosofía, la computación y las matemáticas. Se tendrá que romper con las barreras y los tabúes que actualmente favorecen la existencia de departamentos o áreas de estudio separadas entre sí, y habrá que aprender a entenderse y a comunicarse, y por supuesto a generar investigación, equipos y redes interdisciplinarios. Esto es precisamente lo que actualmente promueve la Alianza para la Nanotecnología en el Cáncer, implementada por el Instituto Nacional del Cáncer ´(NCI) de Estados Unidos.[20] El NCI publicó el *Plan de Nanotecnología para el Cáncer* (CNPlan), enfocado a dirigir los esfuerzos y los apoyos de dicho instituto hacia la oncología y la investigación sobre el cáncer. El Plan tiene una calendarización rigurosa con el fin de poder alcanzar las ambiciosas metas del NCI, a través de las cuales se pretende eliminar, para el año 2015, el sufrimiento y la muerte provocados por esta enfermedad.[21]

Fármacos anticancerígenos

La quimioterapia, mediante la cual se trata el cáncer en la actualidad, usa generalmente fármacos que impiden o afectan la mitosis celular. Algunos de estos fármacos hacen que la célula programe su propia muerte *(apoptosis).* Los mecanismos moleculares precisos para realizar éstos son poco conocidos en general. Los diferentes fármacos usados contra el cáncer pueden agruparse en familias según su estructura o modo de acción. Desafortunadamente la mayoría de estos fármacos, al ser administrados directamente, suelen causar gran sufrimiento a la persona debido a los efectos secundarios que ocasionan: dolor, hemorragias, náusea y vómito, diarrea, anemia, desnutrición, pérdida del cabello, inmunodepresión, infecciones, otras enfermedades, y tumores secundarios.[22]

Nanomedicina, diagnóstico y tratamiento del cáncer

Hay una gran variedad de materiales nanoestructurados que actualmente son investigados debido al potencial que tienen para ser usados en la detección temprana, la *imagenología (imaging),* el diagnóstico, y el tratamiento del cáncer. Entre ellos se encuentran nanodispositivos *(nanodevices)* como los siguientes: *nanoporos, dendrímeros, nanopartículas, nanotubos,*

puntos cuánticos, nanoalambres y *nanocapas (nanoshells).*[23] Estos *nanodevices* son en general de 100 a 10 mil veces más pequeños que las células (más pequeños que un glóbulo blanco, por ejemplo), por lo que pueden penetrarlas, y también a los organelos en su interior, e interactuar con el DNA y las proteínas; este mecanismo se denomina de *nanoaguja*. De tal forma, algunos *nanodevices* pueden funcionar como herramientas para detectar y diagnosticar el cáncer; esto podría hacerse mucho antes de que los tumores hayan crecido tanto como para producir síntomas visibles, hecho que generalmente sucede cuando ya es demasiado tarde para salvar a la persona. Para lograr la detección temprana, cuando hay todavía muy pocas células cancerosas o precancerosas, es necesario incrementar la sensibilidad de las técnicas de diagnóstico y detección. Con este propósito, los *nanodevices* que se están investigando pueden penetrar las células y determinar cuáles son cancerosas o precancerosas.[24] La nanotecnología, al permitir el acceso al interior de las células vivas (sanas o enfermas), nos da la oportunidad de estudiarlas y de interactuar con ellas en tiempo real y en la escala molecular y celular, que es justamente donde ocurren los procesos biológicos.[25]

Así, se espera que puedan desarrollarse metodologías complejas para detectar el cáncer en sus primeras etapas, señalar su posición en el cuerpo, realizar el transporte eficiente de fármacos anticancerígenos específicamente a las células cancerosas y determinar si el fármaco las está matando.[26]

Algunos *nanodevices* harán una rápida detección de las moléculas que están relacionadas con la presencia de cáncer *(marcadores)* incluso cuando los cambios moleculares sólo hayan empezado a darse en una fracción de las células; también podrán, de ser necesario, cambiar radicalmente la terapia aplicada sirviendo como complejos vehículos para transportar fármacos *(nanovectores),* y soltando su carga terapéutica específicamente en las células cancerosas sin tocar a las sanas, lo que evitará, o disminuirá de manera importante, los efectos secundarios que acompañan a la mayoría de los tratamientos contra el cáncer en los que se utiliza la quimioterapia.

Los *nanoalambres* son *nanodevices,* y se sabe que pueden funcionar como excelentes biosensores gracias a sus propiedades de selectividad y especificidad;[27] se fabrican a partir de C o Si y son capaces de monitorear algunos procesos biológicos.

Las *nanopartículas* (NP) (también conocidas como *nanoclusters, nanocúmulos* o *agregados)* fueron los primeros sistemas complejos estudiados en la escala nanométrica. Las *nanopartículas* también tienen aplicación en la nanomedicina contra el cáncer. Pueden crearse NP que posean la habilidad para atacar células cancerosas y adsorberse predominantemente en ellas; de tal manera, estas NP también pueden ser utilizadas para tomar imágenes moleculares de una lesión o tumor maligno uniéndose a éste para hacerlo visible a través de alguna imagen o técnica de detección.[38] Las NP igualmente actúan como agentes nanoencapsuladores que sirven para encerrar fármacos diversos con el fin de que puedan ser transportados a sitios específicos, superando con ello las barreras naturales que el cuerpo suele oponer, sean éstas de tipo biológico, biofísico o biomédico. Este comportamiento es similar al de los liposomas,

los cuales ya se aprovechan. Conociendo el hecho de que el pH interior de un tumor canceroso es en general menor que el encontrado en el fluido del medio, el grupo de Yi-Yan Yang ha desarrollado un polímero con respuesta al pH, el cual puede formar NP que transportan *doxorubicina*, un fármaco anticanceroso. En un pH de 7.4 (el del medio) sólo se libera 18 por ciento del fármaco. Pero en un pH de 6.6 (el del tumor), el polímero cambia su conformación propiciando una mayor porosidad por lo que se libera 80 por ciento de la *doxorubicina* directamente en el tumor.[29] Esta es una aplicación enfocada al mejoramiento de los tratamientos contra el cáncer y derivada de control de la complejidad de estos sistemas.

Otra interesante aplicación de las nanopartículas se relaciona con uno de los mayores problemas de la quimioterapia, el cual se refiere a la *resistencia* que los tumores desarrollan contra los fármacos aplicados, es decir, cuando las células cancerosas aprenden a expulsar estos fármacos antes de que las maten. La resistencia que desarrollan algunos tumores respecto a múltiples drogas o fármacos es un gran obstáculo; afortunadamente existen estudios teóricos importantes del tipo *relación-estructura-actividad-cuantitativa* (QSAR), realizados para comprender el mecanismo de los agentes en función de sus propiedades fisicoquímicas, lo que puede llevar a un mejor diseño de fármacos que coadyuven a evitar la resistencia.[30] Por otro lado, el equipo experimental de You Han Bae ha desarrollado NP poliméricas capaces de evitar el sistema de expulsión de las células cancerosas por

formación de endosomas internos.[31] Por último, vale la pena comentar que algunas de estas NP funcionan de manera híbrida, ya que son capaces de almacenar, transportar y ejecutar *in situ* diversas funciones. Así, al combinar una NP magnética, un punto cuántico fluorescente (nanopartícula semiconductora) y un fármaco anticancerígeno en el interior de una NP hecha a base de lípidos, se crea un agente complejo único capaz de tomar imágenes del tumor con alta resolución, de aplicar la carga terapéutica específicamente en el interior del tumor al liberar el fármaco encapsulado *(doxorubicina),* y de evitar que el sistema inmune detecte al agente, permitiéndole permanecer en el cuerpo por tiempo prolongado.[32] Este es un excelente ejemplo de un *nanodevice* multifuncional capaz de combinar en un único agente varias funciones —y es una hermosa aplicación de la complejidad de estos sistemas a la medicina.

Esto también ha podido realizarse con *dendrímeros,* los cuales son moléculas ramificadas capaces de insertar y transportar varias moléculas o *nanodevices* con el fin de que realicen diferentes funciones; esto se conoce como "nanoterapéutica inteligente", y viene a ser otro excelente ejemplo de la complejidad inherente a estos sistemas.

NANOTUBOS

Con seguridad, puede afirmarse que los subproductos más importantes surgidos de la investigación iniciada con los *fullerenos* —cuando la molécula de C_{60} *(buckyball)* fue descubierta

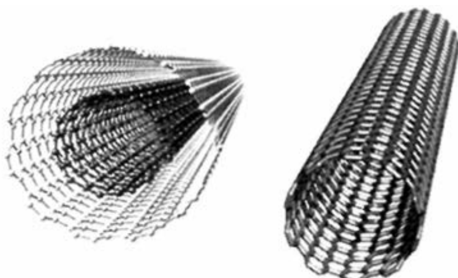
por Robert Curl, Harold Kroto y Richard Smalley[33] (premios Nobel en 1996)— son los *nanotubos de carbono* (CNT) descubiertos por Iijima, tanto los basados solamente en C como los que pueden doparse con otros elementos como B, N, o Si.[34]

Los CNT son estructuras perfectamente grafiticas (es decir, todos los átomos de C que los componen exhiben una hibridación sp^2). Los podemos imaginar como sábanas de grafeno (solamente hexágonos en la sábana) enrolladas y embonadas perfectamente para formar cilindros. Las "tapas" en los extremos requieren de pentágonos para lograr la curvatura que permita cerrarlas (como ocurre en los *fuüerenos)*. Como los CNT miden sólo unos pocos nm de diámetro, aunque ya se han logrado alcanzar longitudes de hasta 1 mm, la relación longitud/ancho *(aspect ratio)* es extremadamente alta, lo que los hace sistemas de dimensión uno, capaces de preservar su naturaleza molecular aun cuando el largo los convierte ya en sistemas macroscópicos. Dado que además los enlaces de C son muy fuertes, y su capacidad de empaquetamiento muy alta, los CNT son materiales con enorme resistencia pero con muy bajo peso. Las inusuales propiedades de los CNT, y la promesa de sus múltiples aplicaciones, han hecho que la investigación en esta área sea actualmente de las más prolíficas.[35]

Los CNT pueden formarse como un cilindro único, y entonces se dice que son de una *capa sencilla (single wall)* (SWNT). Pero también pueden constituir sistemas con múltiples cilindros coaxiales, uno dentro de otro, con una separación entre capas de unos 3.4 Á (0.34 nm, similar a la distancia entre capas de grafito). A éstos se les llama *nanotubos de multicapas (multi wall)* (MWNT) (véase figura 1), Los primeros suelen tener diámetros de 1 a 2 nm, mientras que los segundos alcanzan desde 1 hasta 25 nm de diámetro.

Los campos de ios SWNT y de los MWNT se han extendido, incorporando no sólo la posibilidad de funcionalizarlos, sino también la posibilidad de doparlos (sustituir algunos átomos de C de las paredes) por otros átomos y grupos, principalmente B, N, BC_3, BC_2N, GaSe, MoS_2, etcétera. Estos grupos dopantes, al ser donadores o aceptores de carga, modifican la reactividad y la estructura electrónica de los *nanotubos.*

Figura 1



A la izquierda, se muestra la imagen de un MWNT. A la derecha, la imagen de un SWNT. Fuente: Yan-Li Zhao y J.F. Stoddart, "Noncouvaleni Functionalization of Single-Walled Carbon Nanotubes", *Amounts of Chemical Research,* vol. 43, num. 8, 2009, pp. 1161-1171.

Es posible clasificar a los CNT en función de su *quiralidad* y de su *helicidad.* Si se considera un átomo dado de la malla en la sábana como el origen, un vector con la base en el origen y la punta en cualquier otro átomo del mismo tipo, podrá

escribirse en la forma $c = na_1 + ma_2$ donde n, m son enteros y a_1 $a<_2$ son los vectores de la malla o celda unitaria (véase figura 3).

Figura 2

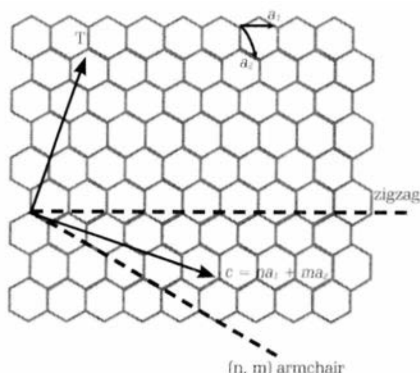
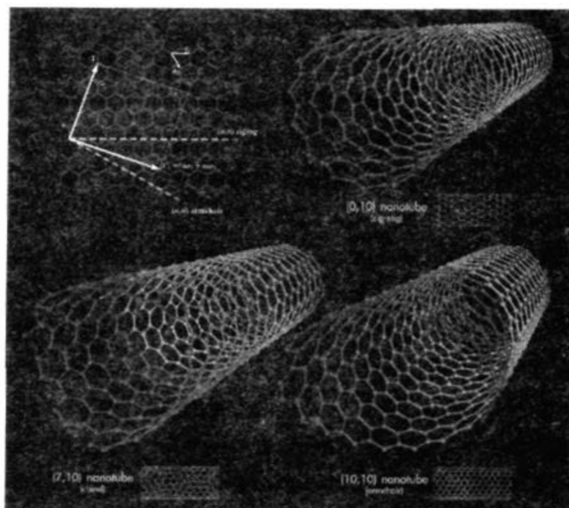


Lámina de grafeno. Las formas que puede tomar al enrollarse dependen del ángulo quiral. Se muestran los vectores de la malla o celda unitaria.
Fuente: E. Bekyarova et *al.*, "Applications of Carbón Nanotubes in Biotechnology and Biomedicine", *Journal of Biomedical Nanotechnology,* vol. 1 num. 1, 2005, pp. 3-17.

Insertemos ahora dos líneas perpendiculares al vector c que pasen por su base y su punta, cortemos la sábana a lo largo de dichas líneas, y entonces enrollemos la sábana de grafeno que resulta para formar el SWNT. Éste, puede caracterizarse de manera única como *(n, m).* Estos números definen su *quiralidad* y *helicidad.* Existen tres tipos de estructuras para los SWNT: *a)* Los nanotubos *(n,* 0), cuyos átomos siguen un patrón en zigzag si miramos a lo largo de la circunferencia del tubo, por lo que se les llama *CNT en zigzag-, b)* los *(n, n),* que arreglan sus átomos en un patrón de silla-mecedora *(armchair);* y *c)* los nanotubos generales *(n, m),* donde *n* es diferente de *m.* Los CNT descritos en a) y *b)* son *aquirales* porque son idénticos a su imagen especular, mientras que los CNT descritos en c) son *quirales* puesto que no se pueden superponer sobre

su imagen especular. Las relaciones entre n y m determinan si los CNT son metálicos o semiconductores (véase figura 3).

Figura 3



Tres tipos de SVVNT de acuerdo a su ángulo de quiralidad. Armchair se forma cuando n = m; zigzag se forma cuando *n* o m son = 0.
Fuente: E. Bekyarova el *al,* "Applications of Carbon Nanotubes in Biotechnology and Biomedicine", Journal of Biomedical Nanotechnology, vol. 1, num. 1, 2005, pp. 3-17.

Los SWNT pueden ser metálicos o semiconductores dependiendo de su diámetro y estructura helicoidal.[36] Los que tienen forma de *armchair* son metálicos; los que tienen forma de *zigzag,* y también los *quirales,* pueden ser metálicos o semiconductores. En cambio, los nanotubos de BN son muy estables y siempre son semiconductores, independientemente de la quiralidad, de la helicidad y del diámetro del tubo, o de si se trata de SWNT O de MWNT.[37]

Los CNT son nanomateriales que prometen una amplia y exitosa aplicación en diferentes áreas de la nanomedicina. Un problema que atañe a las aplicaciones biomédicas de los CNT se refiere al hecho de que, al igual que otros materiales basados en carbón, son insolubles en medios acuosos. Sin embargo, al *funcionalizar químicamente su* superficie, ha sido posible lograr su compatibilidad con estos medios. Ello aumenta la complejidad de estos sistemas y permite una excelente interacción entre diversos componentes biológicos. Los CNT funcionalizados (f-CNT) se han aplicado para desarrollar desde biosensores moleculares hasta sustratos para el crecimiento celular. De esta manera, a partir de los CNT, se ha preparado lo que puede llegar a ser una nueva generación de sensores altamente selectivos, sensibles, de fácil respuesta y costos adecuados.[38] También se han utilizado los CNT como agentes de contraste en imágenes moleculares fotoacústicas (lo que ha sido probado en ratones vivos). Estas imágenes ofrecen alta resolución espacial y permiten ver aquellos tejidos que se encuentran más profundos y que no pueden ser captados por la mayoría de las técnicas ópticas que existen para producir imágenes.[39]

Kostarelos y su grupo[40] han explorado el potencial que los f-CNT tienen como *vehículos de transporte de diversas biomoléculas,* éstos pueden ser usados en aplicaciones biológicas que incluyen vacunas y transporte de genes; también han reportado la capacidad de los SWNT, funcionalizados con iones de

amonio, para penetrar células humanas y de ratón, permitiendo el transporte de DNA plásmido que conlleva la expresión de genes marcadores. Esto es un importante avance hacia la construcción de *nanovectores complejos* para el *transporte de genes basados en CNT*.

La funcionalización mediante moléculas *orgánicas* mejora sustancialmente la solubilidad y la biocompatibilidad de los CNT, de allí que se manipulen e integren en sistemas biológicos complejos que sirven para el transporte no sólo de genes sino también de antígenos y fármacos.[41]

La funcionalización de los CNT se logra mediante diferentes reacciones; entre las más ensayadas están las siguientes: por fluorización, por hidrogenación y por cicloadición 1-3 dipolar, y principalmente nucleofílica, reacción similar al caso de *fullerenos*. [42]Cabe hacer notar que las dos primeras transforman a los nanotubos metálicos en semiconductores.[43]

Es probable que las versátiles propiedades fisicoquímicas de los f-CNT sean las que permiten las diversas incorporaciones (covalentes y no-covalentes) de las entidades farmacéuticas, y las que permiten también el diseño racional de estos complejos materiales nanoestructurados usados para el desarrollo de nuevos fármacos. Se ha logrado funcionalizar los CNT con diferentes grupos orgánicos con el fin de incorporarles simultáneamente distintas nanoestructuras capaces de detectar, crear imágenes y liberar cargas terapéuticas (véase

figura 4). El grupo de Kostarelos logró incorporar en un sólo GNT una molécula de *fuoresceína* y un agente anticancerígeno conocido como *metotrexato* (lo que disminuye la toxicidad del fármaco al compararlo con su usual administración individual).[44]

Figura 4

Compounds	*Bioassays*
	Antibiotic delivery
	Cell internalization Cell viability Anticancer delivery
	Immunogenic activity (FMDV peptide corresponds to the 141-159 region of the viral envelope protein VP 1 from foot and mouth disease virus)

Estructuras complejas que comprenden un nanotubo de carbón funcionalizado con diferentes moléculas como fármacos.
Fuente: M. Pralo, K. Kastarelos y A. Bianco, "Functionalized Carbon Nanotubes in Drug Desing and Discovery", Accounts of Chemical Research, vol. 41, num. 1, 2008, pp. 60-68.

Por sus excelentes características, los fCNT han logrado en muy poco tiempo constituirse como puntos clave para el

'"'A. Bianco eí *al.*, "Biomedical Applications of Functionalised Carbón Nanotubes", *Chemical Communications,* vol. 5, 2005, pp. 571-577.

desarrollo de múltiples aplicaciones concernientes a la nanomedicina, siendo de gran interés tanto para la industria como para los medios académicos. Sin embargo, antes de que puedan alcanzar un desarrollo masivo en los mercados comerciales, deberán resolverse algunos inconvenientes que aún presentan estos nanomateriales.[45]

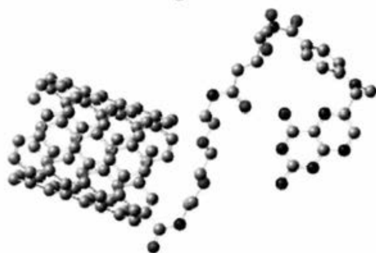
NANOTUBOS Y QUIMIOTERAPIA PARA EL TRATAMIENTO CONTRA EL CÁNCER

Dentro de los materiales nanoestructurados, los CNT emergieron rápidamente como herramientas alternativas y eficientes para transportar moléculas terapéuticas hacia tumores malignos. Los CNT se han logrado funcionalizar con moléculas bioactivas tales como péptidos, proteínas, ácidos nucleicos y fármacos; se han usado para liberar cargas terapéuticas en células y órganos específicos. Además, muchos de estos f-CNT poseen baja toxicidad y no son inmunogénicos, por lo que tienen un enorme potencial para su desarrollo en la nanomedicina.[46] Otra ventaja de los f-CNT es la facilidad con la cual pueden manipularse y modificarse mediante encapsulación con biopolímeros o moléculas solubilizantes, las cuales se enlazan covalentemente a sus paredes externas y a sus extremos, permitiéndoles tener la capacidad de formar complejos nanovectores útiles para el transporte de fármacos, genes y antígenos al interior de células y organelos[47] mediante el mecanismo denominado de *nanoaguja*.

Dependiendo de las moléculas usadas para funcionalizar los CNT será posible dotar de múltiples funciones a los agentes nanoestructurados para así actuar contra el cáncer. Esto ha sido mostrado experimentalmente por el grupo de Dai; ellos demostraron el transporte de fármacos *in vivo* utilizando un SWNT conjugado con un fármaco anticancerígeno denominado *paclitaxel* o *Taxol* (PTX), el cual fue depositado en las cadenas ramificadas de polietilenglicol (PEG) que recubren las paredes del SWNT, obteniendo con ello el conjugado complejo de SWNT-PTX, el cual es soluble en agua.[48] El SWNT-PTX resultó altamente eficaz para atacar el tumor, en comparación con el *Taxol* administrado de manera libre en un modelo murino (ratones de laboratorio). Los CNT aprovechan el hecho de que las células cancerosas de los tumores tienen más vasos sanguíneos sangrando, lo que hace más porosas las paredes de los vasos proporcionando aberturas que son usadas por los CNT para penetrar en el tumor y depositar el fármaco en su interior; esto permitió que la concentración del *Taxol* en las células cancerosas fuera 40 veces mayor al ser transportado por el SWNT hasta el sitio requerido. La toxicidad del fármaco también disminuyó notoriamente, ya que, al parecer, las moléculas que fueron liberadas por el SWNT se excretaron por rutas biliares sin causar efectos tóxicos a los órganos normales. De esta manera se corrobora la gran eficacia que poseen estos tratamientos basados en sistemas complejos nanoestructurados, y se muestra que los efectos secundarios son mínimos respecto a aquellos provocados por la quimioterapia tradicional.

Actualmente se investigan diferentes maneras para mejorar la solubilidad de los CNT (lo que forma parte de los estudios realizados en nuestro laboratorio de química teórica y computacional de la Universidad de Guanajuato);[49] también se investiga su biodegradabilidad, cómo aumentar su vida media de circulación, su biocompatibilidad y su inmunogenicidad. [50] Estos retos se están superando de manera vertiginosa. En la figura 5 se muestra una estructura compleja que ha sido modelada en nuestro laboratorio, tal estructura corresponde al nanovector de un nanotubo de carbono funcionalizado y conjugado con la molécula de *metotrexato*, un fármaco anticancerígeno. Estos estudios de simulación de especies nanoestructuradas permiten arrojar luz acerca de sus propiedades, ya que al ser entidades complejas presentan sinergias importantes, de tal manera que sus propiedades son mucho más que la mera suma de las propiedades de sus partes.

Figura 5



Nanovector de un nanotubo de carbono funcionalizado, modelado en nuestro laboratorio y conjugado con la molécula de metotrexato, un fármaco anticancerígeno. Fuente: Juvencio Robles, María J. López, Julio A. Alonso, "Modeling of the Functionalization of Single-Wall Carbon Nanotubes: Towards its Use in Drug-delivery Systems", Proceedings of the ISSPIC-15 Conference, Oaxaca, México, 2010.

CONCLUSIONES

La nanotecnología, y sus múltiples aplicaciones, sin lugar a dudas forman parte de los desarrollos científicos y tecnológicos más prometedores hoy en día, y son un excelente ejemplo de la complejidad que exhibe la ciencia contemporánea. La gran promesa que representan, particularmente para el desarrollo de la nueva medicina y de la farmacología del siglo XXI, no está exenta de la ineludible necesidad de crear un contexto adecuado para su desarrollo sustentable tomando en cuenta las posibles implicaciones éticas, jurídicas y ambientales que puedan acarrear. Esto deja en claro la complejidad del conocimiento, y pone de manifiesto cómo, mediante una relación biunívoca, el desarrollo de este campo científico transdisciplinario impactará a la sociedad, generando la necesidad de mejorar los sistemas y los modelos educativos con el fin de hacerlos multi, inter y transdisciplinarios, y así formar a los nuevos profesionales en estas disciplinas; se busca generar departamentos y centros académicos de estudios multidisciplinares, centrados en problemas y temáticas de investigación complejas, y que rompan con las limitadas estructuras actuales en donde se cultivan esencialmente disciplinas monotemáticas.

FUENTES CONSULTADAS

Bibliografía

Academic Cross-training in Nanomedicine, NCI Alliance for Nanotechnology in Cancer, enero-febrero de 2007.

AJAYAN, P.M. y S. Iijima, "Capillarity-induced Filling of Carbon Nanotubes", *Nature*, vol. 361, enero de 1993.

BEKYAROVA, E. *et al*, "Applications of Carbon Nanotubes in Biotechnology and Biomedicine", *Journal of Biomedical Nanotechnology*, vol. 1, num. 1, 2005, pp. 3-17.

BIANCO A., "Carbon Nanotubes for the Delivery of Therapeutic Molecules", *Expert Opinion on Drug Delivery*, vol. 1, num. 1, 2004, pp. 57-65.

———— et *al*, "Applications of Carbon Nanotubes in Drug Delivery", Current *Opinion in Chemical Biology*, vol. 9, 2005, pp. 674-679.

———— *et al*, "Biomedical Applications of Functionalised Carbon Nanotubes", *Chemical Communications*, vol. 5, 2005, pp. 571-577.

CABRIA, I. et *al.*, "Interaction of Narrow Carbon Nanotubes with Nitronium Tetrafluoroborate Salts", *Journal of the American Chemical Society*, vol. 128, num. 21, 2008.

Cancer NANOTEGHNOLOGY Plan. A Strategic Initiative to Transform Clinical Oncology and Basic Research Through the Directed Application of Nanotechnology, National Institutes of Health, National Cancer Institute, 2004.

CORTÉS DEL MORAL, R., "Conocimiento complejo. La recepción filosófica de la complejidad", en R. Cortés del Moral y J. Corona (coords.), *Complejidad y pensamiento emergente*, Universidad de Guanajuato, Libros a cielo abierto, 2010, pp. 141-164.

DE LA ZERDA, A. et *al.*, "Carbon Nanotubes as Photoacoustic Molecular Imaging Agents in Living Mice", *Nature Nanotechnology*, vol. 3, 2008, pp. 557-562.

DRESSELHAUS, M.S. et *al.*, *Science ofFullerenes and Carbon Nanotubes*, New York, Academic Press, 1996.

FARBER, G., *Overview of the Interdisciplinary NIH Roadmap Initiative*, NCRR, National Institutes of Health, 2007.

HORGAN, J., "From Complexity to Perplexity", *Scientiñc American*, vol. 272, num. 6, junio de 1995, pp. 74-79.

IIJIMA, S., "Helical Microtubules of Graphitic Carbon", *Nature*, vol. 354, noviembre de 1991.

———— y T. Ichihashi, "Single-shell Carbon Nanotubes of 1-nm Diameter", *Nature*, vol. 363, junio de 1993.

Journal of Applied Physics, vol. 67, 1998.

KLOPMAN, G.L. *et al,* "Quantitative Structure-activity Relationships Study of Multidrug Resistance Reversal Agents", *Molecular Pharmacology,* vol. 52, num. 2, 1997, pp. 323-334.

KLUMPP, C. *et al.,* "Functionalized Carbon Nanotubes as Emerging Nanovectors for the Delivery of Therapeutics", *Biochimica et Biophysica Acta,* 2006, pp. 404-412.

KROTO, H.W. et *al.,* "C_{60}: Buckminsterfullerene", *Nature,* vol. 318, noviembre, 1985.

LEE, E.S. e Y.H. Bae, "Super pH-sensitive Multifunctional Polymeric Micelle for Tumor pH Especific TAT Exposure and Multidrug Resistance", *Journal Controlled Release,* vol. 129, 2008, pp. 228-236.

Liu, Z. et *al,* "Drug Delivery with Carbon Nanotubes for in Vivo Cancer Treatment", *Cancer Research,* vol. 68, num. 16, 2008, pp. 6652-6660.

"Nanotubes", *Carbon,* vol. 33, 1996.

PRATO, M. et *al.,* "Functionalized Carbon Nanotubes in Drug Design and Discovery", *Accounts of Chemical Research,* vol. 41, num. 1, 2008, pp. 60-68.

REGIS, E., Nano.- *The Emerging Science of Nanotechnology,* Brown, Little, 1995.

ROBLES, J. et *al,* "Modeling of the Functionalization of Single-wall Carbon Nanotubes towards its Solubilization in an Aqueous Medium", *The European Physical Journal D,* vol. 61, 2011, pp. 381-388.

RUBIO, A., Condensed Matter *News,* vol. 6, num. 6, 1997.

SAILOR, M. et al, Angewandte *Ghemie International,* 2008.

SINHA, N. et *al.,* "Carbon Nanotube-based Sensors", *Journal of Nanoscience and Nanotechnology,* vol. 6, num. 3, marzo de 2006, pp. 573-590.

————y J.T. Yeow, "Carbon Nanotubes for Biomedical Applications", en *IEEE Trans Nanobioscience,* vol. 4, num. 2, junio de 2005, pp. 180-195.

SINGH, R. et al., "Binding and Condensation of Plasmid DNA onto Functionalized Carbon Nanotubes: Toward the Construction of Nanotube-based Gene Delivery Vectors", *Journal of the American Chemical Society,* vol. 127, num. 12, 2005, pp. 4388-4396.

SOPPIMATH, K. S. et *al*, "pH-Triggered Thermally Responsive Polymer Core-shell Nanoparticles for Drug Delivery", *Advanced Materials*, vol. 17, num. 3, 2005, pp. 318-323.

Technology Backgrounder-nanotechnology in Cancer: Tools to Relieve Human Suffering, National Cancer Institute, Alliance for Nanotechnology in Cancer, 2008.

The National Nanotechnology Initiative, *Status and Direction. NIBIB-DOE Workshop on Biomedical Applications of Nanotechnology*, en C. Teague (dir.), 17 de marzo de 2005.

WILSON, S., "Organic Chemistry of Fullerenes", en K.M. Kadishy R.S. Ruoff (eds.), *Fullerenes. Chemistry Physics, and Technology*, Wiley-Interscience, 2000.

ZERHOUNI, E. A., *Information Technology: Enabling 21st Century Medicine*, National Institutes of Health, 2007.

Páginas web

Cancer Chemotherapy, MedlinePlus, National Library of Medicine, National Institutes of Health, 2008, disponible en http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/cancerchemotherapy.html

Drug *information summaries*, National Cancer Institute, 2008, disponible en http://www.cancer.gov/cancertopics/druginfo/alphalist

FEYNMAN, R., "There's Plenty of Room at the Bottom. An Invitation to Enter a New Field of Physics", *Engineering and Science*, vol. 23, num. 5, febrero de 1960, disponible en http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html y http://www.feynmanonline.com/

Guide to Cancer Drugs, American Cancer Society, 2008, disponible en http://www.cancer.org/docroot/CDG/cdg_0.asp

Nanotechnology and the Environment. Report of a National Nanotechnology Initiative Workshop, Arlington, USA, 8 y 9 de mayo de 2003, disponible en http://www.nano.gov/

The Nanotube Site, disponible en http://nanotube.msu.edu

The National Nanotechnology Initiative, *Research and Development. Leading to a Revolution in Technology and Industry*. Supplement

to the President's FY 2008 Budget, 2007, disponible en http://www.nano.gov/

The National Nanotechnology Initiative, *Strategy for Nanotechnology-related Environmental. Health and Safety Research* (EES). Supplement to the President's FY 2008 Budget, 2007, disponible en http://www.nano.gov/

The National Science and Technology Council, disponible en http://www.ostp.gov/nstc/

Understanding Cancer and Related Topics: Understanding Nanodevices, National Cancer Institute, 2007, disponible en http://cancer.gov/cancertopics/understandingcancer

Ciencias cognitivas y redes neuronales. Hacia una construcción plural del conocimiento

Antonio Correa Iglesias*

La objetividad es la alucinación de que *las observaciones pueden realizarse sin observador.*
HEINZ VON FOERSTER

Resulta riesgoso avizorar las posibilidades de cambio; y eso lo gozo.
FRENCY FERNÁNDEZ

INTRODUCCIÓN

La tradición epistemológica occidental, se ha sustentado en la demarcación de dos culturas: las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales y humanas. En estas últimas, Immanuel Kant efectúa una síntesis que aún no ha sido superada.

La demarcación que supone la epistemología kantiana, define los procesos para los cuales, los principios establecidos en sus tres críticas, continúan desempeñando un papel protagónico. Recordemos, por sólo mencionar un aspecto, las im-

plicaciones que el análisis kantiano tiene con las fronteras o límites del entendimiento y del juicio. La cuestión continúa estando en el sentido, dimensiones y alcances de la revolución *copernicana* operada por Kant. En el fundamento de sus tres críticas subyacen las posibilidades que nos han conducido de cierto modo a la formulación del constructivismo. Sin embargo, hay que decir que con Kant y Hegel, más que cerrarse, se agota un modo de producción epistemológica.

Por ello, nuestro universo epistemológico no es sino kantiano, más allá de todas aquellas oposiciones que están promoviéndose en el pensamiento contemporáneo.

Si pudiéramos establecer una suerte de paralelo, respecto a movilidad y alcance epistemológico, habría que decir que el universo kantiano se complementa con la explicación que surge en la Escuela de Copenhague. Aunque todo el fundamento epistemológico de esta escuela está aún en ciernes, a mi juicio es aquí donde puede hallarse el quehacer teórico como síntesis de la episteme occidental.

No es momento para trazar las implicaciones que tiene esta tradición ni para hablar de las repercusiones contemporáneas de la misma. Sin embargo, existe algo que se ha mantenido a través de las distintas variantes de la epistemología kantiana (lo cual supone que ese algo no ha superado el margen de demarcación); nos referimos a la pretensión de querer establecer el fundamento de la episteme representacionalista, en donde la representación requiere validar, dentro del marco de la objetividad, lo representado. Es un poco la obsesión por el objeto, por aquello que está fuera de nosotros.

Sin embargo, todo ello supone una paradoja: ¿Cómo pensar más allá del representacionalismo?[1] Por ejemplo, las tradiciones

vitalista y fenomenológica trataron de "desbordar" los marcos de dicho representacionalismo, pero, ¿realmente lo lograron?

Desde mediados del siglo xx, muchos científicos han asumido que no es posible continuar trabajando en el marco de lo disciplinar, especialmente a partir del reconocimiento de un conjunto significativo de desplazamientos epistemológicos. Esta deriva de aconteceres, constituye uno de los fundamentos del cambio de sentido ocurrido en la ciencia y en los modos a partir de los cuales se formulan cuestiones referidas a los procesos cognitivos.[2] No podemos olvidar el Simposio llevado a cabo en 1978 en la ciudad de San Francisco, donde participaron especialistas en biología, sociología, ciencias políticas, lógica, lingüística, antropología, cognición y psicoterapeutas. Bajo el tema "la construcción de las realidades", una de las "conclusiones" de este Simposio fue que la teoría del conocimiento tradicional ya no podía mantenerse como tal. El estado de la crisis epistemológica podía ser expresado entonces como un "vacío modal".

Ahora, ¿qué cambios han tenido lugar en la pregunta por los procesos cognitivos y cómo ello ha influido en la "respuesta"? ¿Estamos asistiendo al límite de cierta forma de comprensión y no al límite de la comprensión misma?

Históricamente, las implicaciones derivadas de la pregunta por el conocimiento han sido establecidas desde muy diversas zonas de la cultura. La epistemología ha "nucleado", por así decirlo, tal indagación, este modo que reviste hoy la filosofía, no sólo desborda los territorios de demarcación, sino que

también metamorfosea sus hasta ahora "aparentes" objetos. Igualmente, los dominios epistemológicos han sido establecidos desde muy distintas zonas de influencia: filosofía, epistemología, tratamiento gnoseológico y fenomenológico, hermenéutica, epistemología de segundo orden, biología del conocimiento, psicología cognitiva, etcétera. Sin embargo, los desarrollos contemporáneos en los campos de las ciencias cognitivas, las neuro-ciencias, la inteligencia artificial (IA) y las redes neuronales, han comenzado a jugar un papel sustancial en la configuración de estas problemáticas[3] una vez que intentan la

comprensión de los procesos cognitivos desde un criterio de unidad (totalidad), emergencia y auto-organización.

Las ciencias cognitivas —complementadas con la cibernética, las ciencias biológicas y la física del micro-mundo— constituyen una de las zonas rumbo a las cuales se orienta el saber contemporáneo. Una de las razones de la mutua influencia que hay entre las ciencias cognitivas y otras disciplinas ha sido, sin lugar a dudas, la suposición de la unidad de los procesos cognitivos vistos desde una perspectiva de relacionalidad e inter-conectividad. Ubicadas en el contexto de la revolución científica contemporánea, dichas zonas adquieren relevancia cuando se sitúan en la revolución epistemológica que implica: la sustitución del ideal clásico de racionalidad supuesto en la noción de simplicidad; el pensar determinado por la complejidad; el holismo ambientalista y la bioética.

Este capítulo pretende esbozar los modos a partir de los cuales se ha llevado a cabo la indagación sobre la unidad de los procesos cognitivos, teniendo en cuenta los desarrollos ocurridos en las ciencias cognitivas y en el ámbito de las redes neuronales, en tanto construcciones plurales del conocimiento. Asimismo, se pretende analizar sus implicaciones, manifestaciones y agenciamientos contemporáneos desde una perspectiva transdisciplinar.

La plataforma teórico-conceptual de este escrito se encuentra en los enfoques proporcionados por la teoría de la complejidad, en tanto son formas, vías y métodos de reconfiguración del pensamiento científico y social contemporáneo, formulados en las metodologías, epistemologías y filosofías

surgidas de la experiencia cognoscente. La validez de esta plataforma está en el hecho de que los enfoques dados por la complejidad constituyen una herramienta epistemológica útil y necesaria para el abordaje de los problemas y retos de la vida contemporánea. Los desafíos ecológicos, sociales, bioéticos, o los que se derivan del uso e implementación de nuevas tecnologías, sirven como ejemplos de aquello que se presenta como insoluble para los enfoques tradicionales de pensamiento. La validez de esta plataforma está en el hecho de que los enfoques de la complejidad se presentan, ante este panorama, como una de las alternativas posibles para el abordaje de los retos actuales, además de proyectarse como nuevos espacios de diálogo, investigación y proposición de soluciones.

En la cultura occidental, la pregunta por el conocimiento va de la mano con la indagatoria sobre la racionalidad. Una racionalidad que tiene en el paradigma euclidiano, pero sobre todo en el cartesiano-newtoniano, un espacio de legitimación, desde el cual se ha promovido el modelo representacional del saber. No obstante, la relacionalidad entre conocimiento infinito y racionalidad ha traído consigo confusiones que han cobrado sentido en las formas disciplinares (formas concretas del pensamiento), cuya *praxis* suscribe la idea de la fractura de la unidad en partes (partición, partícula, partido), otorgando un sentido de unidad ontológica a la realidad, y haciendo privativo de un saber particular una zona específica de ésta. Pero no sería justo hablar de racionalidad, en todo caso, los modelos de racionalidad se han establecido como agentes de cierta razón lógica. Esta ha sido la mejor forma de silenciar los estatu-

tos heurísticos y los modelos de mínima racionalidad de los que habla mi colega Christopher Cherniak.

Ahora, el modelo de racionalidad impulsado por la ciencia occidental deviene clásico; pero sólo deviene clásico para el espacio de demarcación que la ciencia establece como verdadero. Ello legitima la distinción cartesiana mente-cuerpo, dualismo psico-físico que supone implicaciones filosóficas, las cuales, en la cultura occidental, son naturalizadas como expresiones certeras de conocimiento verdadero. La naturalización de este modelo epistemológico constituye una empresa normativa centrada en la justificación de creencias y en un ajuste irrestricto de nuestro conocimiento a una posible justificación a *priori*. Así, la racionalidad se establece como modelo, más que como indagatoria, porque se constituye a partir de un criterio absoluto de aceptación lógica. Lógica de una contradicción, articulada sobre una plataforma reduccionista establecida como metodología.[4]

Hoy sabemos, como recuerda Antonio Damasio en la introducción del libro *Descartes' Error*, que "I do know when I became convinced that the traditional views on the nature of rationality could not be correct".[5]

No nos detendremos en las implicaciones, obstáculos y perspectivas epistemológicas de esta conceptualización; sus ajustes y desajustes han sido abordados por una tradición crítica (Foucault-Rorty) que puede ser rastreada a partir de la epistemología misma. Sin embargo, tal crítica no ha logrado salir de sus márgenes ya que adolece de una expresión propositiva. Estas prácticas han esbozado la paradoja cognitiva

del saber occidental. Maturana y Varela lo han llamado el camino por el filo de una navaja: "a un lado, encontraremos la mensurabilidad de un mundo expresado en objetos que nos informan, y por el otro lado, el caos y la arbitrariedad de la ausencia de lo objetivo".[6]

En este contexto es en donde las ciencias cognitivas comienzan a desempeñar un papel protagónico. Las posibilidades que abren los dominios de las ciencias cognitivas y las redes neuronales, están dadas en el hecho de que

> much of the history of modern philosophy, from Descartes and Kant forward, consists of failed models of the brain... that is why even today people know more about their automobiles than they do about their own minds —and why the fundamental explanation of mind is an empirical rather than a philosophical or religious quest.[7]

Un nuevo y contemporáneo modo de entendimiento —*the new scientifíc understanding*— ha venido a promover desde la ciencia otro campo de significados y otras estrategias de investigación. Es en estos contextos donde las ciencias cognitivas[8]

se ubican como un campo de estudio que integra disciplinas hasta entonces "independientes". De este modo, las ciencias cognitivas se constituyen como un espacio plural para la indagatoria sobre los procesos cognitivos, una vez que "human beings, and in general the behavior and structure of complex biological entities, may not admit of one single theoretical paradigm for explanation".[9]

Aunque en los dominios de las ciencias cognitivas no hay en sentido estricto una estructura definida, si queremos entender sus implicaciones epistemológicas, debemos ubicar cuatro cuestiones fundamentales:

1. ¿En qué lugar estamos posicionados respecto a los estudios de la cognición?
2. ¿Qué queremos y podemos entender y decir con el término *cognición?*
3. ¿De qué cognición hablamos cuando hablamos de cognición?

4. ¿Cómo salir del entramado conceptual que utiliza nociones tales como mente, cerebro, conciencia, cognición, y avanzar hacia una unidad conceptual de análisis?

La referencia a las ciencias cognitivas, en términos genealógicos, debe hallarse en Aristóteles, en la doctrina del razonamiento silogístico. No es sino hasta 1879, en el laboratorio de Psicología Experimental de Leipzig, cuando se comienza a manejar esta posibilidad como alternativa a la epistemología tradicional y al conductismo. Asimismo, en 1956 queda "pautada" una "definición" de modelo cognitivo en el contexto del Simposio sobre Teoría de la Información realizado en el Massachusetts Institute of Technology (MIT).

No podría ubicarse una direccionalidad a la hora de querer establecer un conjunto de antecedentes. En todo caso, los antecedentes para comprender estos procesos se cruzan interminablemente, haciendo el trabajo analítico mucho más interesante.

En este sentido, existe una tradición que proviene de la filosofía, de Wittgenstein en particular, y que ha fundamentado los modos cognitivos como una expresión del solipsismo *(solus ipse).* No obstante, el solipsismo ha quedado reducido a su propia conceptualización. La tradición solipsista no conduce sino a un sujeto metafísico, a un yo metafísico. Un sujeto que está fuera de todos los órdenes. Como refiere el propio Wittgenstein, el sujeto solipsista no puede decirse. No es casual entonces que la crítica a la "tradición" solipsista se corporice en una crítica a los modelos representacionalistas; desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, el psicólogo Kenneth Craik (1914-1945) fue uno de los primeros en poner en cues-

tión estos modelos. En lo que se refiere a este problema, la mente humana será, al construir modelos de realidad, un espacio para simbolizar el mundo externo, aunque ello no sea privativo de ésta.

A pesar de que no se ha llegado a un consenso más contemporáneo sobre procedimientos conceptuales, los procesos y modelos cognitivos se han ubicado en:

1. *Modelos de enfoques dinámicos* y *emergentistas.*
2. *Modelos cognitivos simbólicos* (carácter representacionalista clásico).
3. *Modelos conexionistas* (no representación-realismo incorporado).
4. *Modelos computacionales*[10] (la mente como sistema computacional en tanto sistema de información).

Una de las zonas de desarrollo para estos aspectos ha sido la *filosofía de la mente,*[11] también conocida como *ciencia de la mente.* Si bien no podríamos hablar de un objeto[13] en el sentido estricto, la *filosofía de la mente* se abre a lógicas cuyas estructuras rizomáticas concilian metodologías en términos de interacción. Metodologías que están abiertas a la comprensión de las redes entendidas como procesos de flujo. Uno de los puntos que promueven dicha interactividad se refiere a la unidad de los procesos y los fenómenos cognitivos interac-

tuando con las ciencias cognitivas, la inteligencia artificial y las neurociencias contemporáneas.

Aunque la así llamada *fílosofía de la mente* constituye un antecedente importante, su relacionalidad con las ciencias cognitivas sólo puede fijarse a partir de los años cincuenta del siglo pasado. A ello contribuyeron tanto las ideas de Wittgenstein como las de Gilbert Ryle, pese a que no escapan del constreñimiento que suponen las orientaciones cartesiana y kantiana.

Estas formulaciones han promovido una comprensión compleja de la mente desde tres zonas de influencia dadas en un proceso analítico:

1. *Modelo representacional-computacional:* manipulación centralizada de representaciones simbólicas discretas, sintácticamente estructuradas mediante reglas, a partir de señales periféricas. Desarrollado en las décadas de 1950,1960 y 1970.
2. *Modelos conexionistas:* redes neuronales artificiales, procesamiento distribuido en paralelo. Mediados de 1980.
3. *Modelos dinámico sistémicos:* dinámica compleja cerebro-constitución corporal-modo de insertarse en el entorno. Década de 1990.

La capacidad propositiva de todo lo anterior, así como sus implicaciones epistemológicas (Gardner), han favorecido un "new scientific understanding" expresado en tres tipos de procesos:

1. Distinción de diversas formas de procesar información, desempeñadas por componentes y subsistemas (neuronales y otros), a los que además se les puede asignar la capacidad de poseer roles computacionales y capacidades de representación mayormente centralizadas.

2. Identificación de diversos componentes (neuronales y otros), de sus interacciones paralelas en red, y de sus propiedades colectivas.
3. Revelar dinámicas complejas generales en los organismos que funcionan bien en sus entornos, haciendo referencia a variables colectivas o de orden, cuyas raíces abarcan la totalidad conformada por el cerebro, el cuerpo y el mundo circundante.

La pertinencia de lo anterior se muestra en la comprensión de la estructura de la mente, partiendo de un criterio de relacionalidad e inter-conectividad, a contrapelo de una percepción estructuralista (véase figura 1).

Figura 1



Distinción y estructuración de ias zonas cerebrales.

Si bien la idea de "procesos cognitivos" puede ser rastreada desde Aristóteles, el condicionamiento que tuvo en el contexto de la filosofía cartesiana y en la *revolución copernicana*

operada por Kant, y más "recientemente" por Bergson,[13] no puede pasar desapercibido. Podríamos entonces modelar una determinación sobre la naturaleza de la cognición y el problema mismo de la mente. No obstante, la comprensión de los procesos cognitivos puede establecerse en una tradición todavía mucho más "contemporánea", que podríamos ubicar en la psicología de la Gestalt, aunque sin reducirla a ésta. Toda la tradición conductista, y la perspectiva que promueve una comprensión de los procesos cognitivos a partir de una analítica que los reduce a lo fisiológico y lo neuronal, así como la propia psicología cognitiva, constituyen otros emplazamientos para estas investigaciones. Lo cierto es que los procesos relacionados con la cognición están más allá de todo determinismo.

En este sentido, teóricos como Gregory Bateson o Maturana y Varela, con la *Teoría de Santiago,* han insistido en la naturaleza de los procesos mentales como base para la comprensión de los procesos cognitivos.

El punto fundamental de esta conceptualización está en reconocer e identificar el proceso de la cognición con el proceso de la vida.[14] La cognición, como la identifican Maturana y Varela, tiene que ver con una actividad que involucra la red como auto generación, como autopoiesis. Esta actividad supone el reconocimiento del entorno como interacción cognitiva. Es decir, los procesos cognitivos envuelven el proceso de la vida: "to live is to know" "the process of living itself is a process

of cognition". Ello constituye la "base biológica del conocimiento", el condicionamiento de los procesos cognitivos expresados en la "organización de lo vivo". Pero, ¿esto no supone reducir toda la explicación al sistema nervioso? No, más bien constituye una comprensión de lo vivo en su unidad (totalidad); esta perspectiva está avalada por los desarrollos contemporáneos de la biología, particularmente por los aportes de Stuart Kauffman.[15]

La *Teoría de Santiago* constituye el primer empeño que pretende vencer la distinción cartesiana entre mente y cuerpo, entre el yo y el mundo, y pretende salir de un ejercicio epistemológico estrictamente dicho. Por ello, la pregunta por los procesos cognitivos refiere necesariamente a la relacionalidad del cuerpo como unidad (totalidad), como sistema orgánico. De este modo, una vez que se promueve un espacio en donde adquiere sentido la idea de la encarnación del cuerpo,[16] la distinción cuerpo-mente carece de sentido para la constitución de la pregunta por los procesos cognitivos. Es decir, el origen mismo del lenguaje y la cognición está en lo que estos autores llaman "embodied in gesture and evolved from gesture together with human consciousness".

Ya no hablaremos de conocimiento sino de procesos cognitivos, ello da el marco para pensar en términos de sistema. El hecho mismo de los cambios estructurales en el sistema constituye ya un acto de cognición. La cognición no es un modo de representación de un mundo exterior, la cognición es un continuo darse en el proceso de la vida, es un continuo construir en el proceso de la vida. De aquí que la conectividad del sistema

resulte fundamental para la definición de conciencia establecida por la *Teoría de Santiago*. Conciencia-vida-experiencia, como unidad de los procesos cognitivos. La propia idea de lo procesual no establece un dominio cognitivo en el espacio, sino que establece un dominio cognitivo partiendo de un campo visual, lo cual "reduce", pero enfatiza, la experiencia cognitiva del que conoce. Es decir, el conocer se entiende como un acto en el cual volvemos sobre nosotros mismos. La *Teoría de Santiago,* considerada como una crítica a la tradición epistemológica occidental, va a enfatizar el hecho de que esta última se ha centrado en la acción y no en la reflexión.

Como toda experiencia cognitiva involucra al que conoce, los procesos cognitivos no se establecerán desde el reconocimiento de hechos u objetos. Los procesos cognitivos partirán del reconocimiento de los agenciamientos territoriales (Deleuze-Guattari). Un agenciamiento territorial es aquel espacio que comprende la acción cognitiva como marco de interacción, como posibilidad. Los procesos cognitivos, establecidos desde esta entidad, reconocen las mediaciones que todo ello implica en términos lingüísticos, lo cual, como agenciamiento, constituye uno de los vehículos fundamentales en los procesos cognitivos. Todo sentido y significado constituye un emplazamiento lingüístico-conceptual.

No fue sino hasta el siglo pasado, en la década de 1990, cuando realmente las ciencias cognitivas comenzaron a estudiar las implicaciones interdisciplinarias de estos estudios partiendo de las posibilidades que ofrecía poder "observar" el sistema neuronal como un proceso complejo. En este sentido, los trabajos de Theodore Sturgeon, realizados en el campo de las neurociencias cognitivas, ganan terreno una vez que se comienza a estudiar seriamente el corteo; pre-frontal, se funda la neurociencia computacional, y el modelado matemático del

cerebro se presenta como la instancia cognitiva que le estaba faltando al conexionismo.

Estos desarrollos han establecido el criterio de que los procesos cognitivos emergen de la compleja actividad neural, a lo que se añade la distinción entre dos tipos de experiencias cognitivas: la que emerge de diferentes niveles de actividad neural, y la conciencia primaria o alto orden de conciencia.[17] Uno de los elementos a favor de esta distinción puede hallarse en la comprensión de la unidad en los procesos cognitivos y de los procesos cognitivos como explicación asociada a las experiencias llamadas "qualitative feel". Para Francisco Varela, la neuro-fenomenología[18] es el espacio donde la conciencia emerge como modo, experiencia local, fenómeno social y cultural. No podemos perder de vista que los procesos cognitivos se desarrollan en una compleja red de interacciones, donde emergen el lenguaje y la realidad social como un desarrollo conjunto. El espacio de lo mental, como experiencia de la con-

ciencia, tiene para Varela varias dimensiones, y es generado por diferentes funciones mentales que se expresan como acciones coherentes de la experiencia, entendida ésta como ensamble y sincronicidad.

Entre los temas que complejizan los dominios de las ciencias cognitivas[19] se halla el de los modos en que estos dominios han evolucionado. La *Teoría de Santiago* constituye un vínculo crucial entre los estudios sobre la cognición. *How we think and how we express our thoughts in language?* Ésta, es una pregunta que, cuando se formula, produce importantes contribuciones para los dominios de la filosofía al articular dos disciplinas en torno al carácter sistémico del entendimiento. En este sentido, los aportes de la neurofisiología, y los modos emergentes de la experiencia, desarrollan, para las ciencias cognitivas, la hipótesis[30] de que la experiencia de la conciencia no está localizada en una zona específica de la mente y no puede ser identificada en una parte específica de la estructura neuronal. "It is an emergent property of a particular cognitive process —the formation of transient functional clusters of neurons".

Los antecedentes y fundamentos hasta aquí esbozados crean nodos para los dominios de las ciencias cognitivas, nodos que no dejan de generar una visión dispersa dado su carácter reductor. Ello no niega su legitimidad intelectiva, pero extravia la posibilidad de pensar en términos de unidad. En realidad, una vez que los procesos cognitivos se descomplejizan para adquirir sentido en formas explicativas, se evade el problema fundamental en términos de complejidad. En sentido general, estos modelos parten de un criterio representacional, computacional,[21] o fisiológico —neuro-dinámica y otros—, asumiendo su legitimidad a partir de una explicación concreta expresada en evidencias experimentales. Quiero insistir en la pertinencia que tienen estas indagaciones y resultados, ya que, por ejemplo, sobre esta base se ha determinado, por vía experimental, que los procesos relacionados con la neuro-dinámica son cruciales para la emergencia de la inteligencia y la conciencia, así como para la

comprensión de la percepción y el comportamiento. Aunque estas conceptualizaciones no son equívocas, son incompletas. Aquí radica el reto de las ciencias cognitivas contemporáneas.

La unidad de los procesos cognitivos no se logra solamente —como se ha pretendido hacer ver— a partir de la superación de la dicotomía mente-cuerpo. Tenemos necesidad de un criterio de unidad (totalidad) para poder explicar diversos factores que participan en la naturalización de lo cognitivo. En este sentido, el criterio de complementariedad viene a gestionar una amplia red integrativa desde una perspectiva que podría ser llamada "post-cartesiana", y que pretende una analítica "anti-aislacionista".[22] En tal sentido, dos de sus variables fundamentales (agente y *entorno)* modelan, no sólo las referencias, sino también las interacciones de estos dominios[23] —"estados" internos en interacción— con el entorno. Un ejemplo de ello se encuentra en la percepción de los procesos cognitivos a través de una visión equilibrada con el contexto y con el ambiente (Piaget). En *What Might Congnition be, if not Computation?,* de Van Gelder, podemos leer: "...el sistema cognitivo no es exactamente el cerebro encapsulado; sino que, más bien, puesto que el sistema nervioso, el cuerpo y el entorno están todos cambiando constantemente e influyéndose unos a otros simultáneamente, el verdadero sistema cognitivo es un único sistema que abraza a los tres". Entonces, la complejidad sistémica de los procesos cognitivos ya no se forma-

liza en un perfil de causalidad, A no es ya necesariamente causa de B. Con ello se insiste en buscar una salida del marco de constreñimiento que supone la causalidad aristotélica.

De aquí que lo complementario, como criterio para comprender la unidad de los procesos cognitivos, esté dado por el hecho de que no podemos constatar en qué medida nuestra experiencia subjetiva nos coloca realmente, o inexorablemente, ante un mundo exterior. Desconocemos si el mundo exterior puede acoger, *in extenso*, la experiencia de nuestra subjetividad. Ello tiene en cierto modo un sentido paradojal, porque nos coloca —nos personaliza— en nuestro universo simbólico. La experiencia simbólica, cuyo carácter local, social y cultural, modelará la personalidad, re-establece de cierta manera una formulación de tipo ontológico bajo los criterios de procesamiento de información —teoría de la información—, como un proceso a partir del cual se establece una manipulación de orden simbólico.[24]

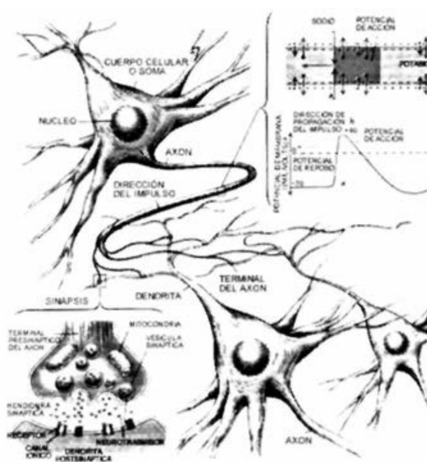
Salir de esta linealidad analítica nos otorga una comprensión de la unidad de los procesos cognitivos; para poder expresar esta unidad, la mediación va a desempeñar un rol protagónico. Sería muy ingenuo pensar en términos de "realismo directo", pensar que no existen intermediarios epistemológicos entre mi experiencia y el mundo exterior. Tener experiencia del mundo supone "actualizar" algunas de sus propiedades disposicionales en determinadas circunstancias, es decir, partir de una co-variación epistemológica esencial.

Si comenzamos a pensar en términos de complementariedad, para comprender la unidad de los procesos cognitivos, la teoría computacional de la cognición adquiere otro sentido.

La capacidad computacional no sólo modela la unidad de la experiencia cognitiva, sino que también permite comprender procesos que sólo podían ser analizados desde funciones provenientes estrictamente de la química neurofisiológica. Por ejemplo (véase figura 2), si:

> Cada neurona tiene una cantidad de sinapsis (puertas de entrada) y un axón (canal de salida), la entrada y salida son flujos electroquímicos: iones en movimiento. Entre las puertas de entrada y el canal de salida de una neurona se encuentra el cuerpo de una célula: donde se toman las decisiones. El tipo de decisión que enfrenta es la siguiente: si se excita o no; excitarse significa liberar iones por su axón... Si la suma de todas las entradas sobrepasa un determinado umbral, la excitación se produce; en caso contrario, no... en cualquiera de los casos, es la mera suma lo que rige los niveles más bajos de la mente.[25]

Figura 2



Estructura neuronal/Potencial de la membrana.

Hasta aquí hemos ido más allá de la explicación propiamente fisiológica en términos de comportamiento del flujo electroquímico, para tratar de establecer, a partir de un dominio de cómputo, la adopción de decisiones.

Lo complementario está dado en el hecho de que no se pueden explicar estos procesos de manera independiente, ya que pueden existir nada menos que 200 mil puertas de entrada (sinapsis) distintas en una neurona, lo cual significa que pueden estar comprometidos hasta 200 mil sumandos en la determinación de una acción.

Si la unidad de los procesos cognitivos sólo puede ser conocida desde la unidad misma, entonces un criterio de complementariedad nos permitirá explicar la auto-organización y la emergencia de estos procesos. Esto genera un campo de estudio abierto, ya que no sólo está disponible la unidad en su naturaleza, sino también en su funcionalidad. Sin embargo, al abordar la unidad de los procesos cognitivos, se deberá necesariamente tener en cuenta todo lo relacionado con el modo de procesamiento de la información y con la manipulación de símbolos basada en reglas, razón semiológica de su base constitutiva.

Hay que velar por no "reducir" los procesos cognitivos a la historia evolutiva de un organismo; ello puede cumplir una función heurística, pero nunca una función de contraste o de justificación de la función presente en el sistema. La "reducción" analítica de los procesos cognitivos hace énfasis en los mecanismos generativos de la conducta cognitiva, ya que los considera modos útiles para comprender la naturaleza de estos procesos. En el campo de las ciencias cognitivas todavía no se ha ponderado una comprensión de los procesos cognitivos humanos que vaya más allá de una analítica contextualizada en el sistema nervioso. Si bien las ciencias cognitivas, frente al funcionalismo abstracto, han recuperado la centralidad del cuerpo y del entorno para explicar la producción de conducta

cognitiva, todavía queda mucho terreno epistemológico por andar. Por ejemplo, a pesar de que problemas como éstos sólo han sido esbozados, la esterilidad analítica que existe respecto al estudio de la percepción, del desarrollo cognitivo y de la intuición, ha forzado en distintas oportunidades a ir en busca de nuevos paradigmas explicativos.

De la misma manera, ¿qué naturaleza adquieren las interacciones entre cognición-emoción-comportamiento, y cómo se manifiestan éstas bajo el entorno de un sistema social definido? En este sentido, mediante la recuperación de la noción de *intencionalidad,* se pretende establecer, más que una analítica de los "objetos", una analítica de los procesos formalizada en las redes de significado, donde la intencionalidad enfatiza los procesos de la producción y la participación. Ello supone una salida al sujeto solipsista, ya que se establece la capacidad constructiva del conocimiento.

Las relaciones de constitución que hay entre los procesos cognitivos, el cerebro, la percepción, la capacidad de cómputo y la capacidad de adaptabilidad en el campo decisional, y que como una unidad fundamentan la base de los procesos cognitivos, constituyen otra zona por definir para los dominios de las ciencias cognitivas.

Finalmente, el tema de la "representación" permanece pendiente. Éste es uno de los principales conceptos que intentan desmontar las ciencias cognitivas, y lo intentan debido a una insatisfacción "más profunda que la búsqueda conexionista de otras posibilidades al margen del procesamiento simbólico". Se afirma que la cognición no es representación, pues en esta última "se ocultan tres supuestos fundamentales":

1. Habitamos un mundo con propiedades particulares.
2. "Captamos" o "recobramos" estas propiedades representándolas internamente.

3. Un "nosotros" subjetivo separado es quien hace estas cosas.

Con el propósito de fundamentar el criterio de unidad de los procesos cognitivos, estos elementos constituyen un programa de investigación para los dominios de las ciencias cognitivas —y para todo aquel que pretenda adentrarse en ellas.

Así como el criterio de complementariedad viene a gestionar una amplia red integrativa, la conceptualización sobre las redes neuronales constituye uno de los elementos fundamentales cuando se pretende comprender esta unidad. Aunque son relativamente recientes, las investigaciones sobre redes neuronales han venido a promover una analítica complementaria, procesual e integradora. Las herramientas computacionales de modelación/simulación han permitido generar modelos de redes neuronales en donde los niveles de interacción pueden, o no, validar formas de comprensión e interacción para estos sistemas. Un pionero en la comprensión de las redes neuronales fue Rudolf Carnap quien, en 1956, tuvo la perspicacia de sugerir que el empleo de ordenadores inteligentes, como correlato del informante, podría contribuir a la comprensión de esta estructura. Sin embargo, son los trabajos de John von Neumann (1903-1957), sobre la posibilidad de conectividad entre los procesos computacionales y los procesos biológicos, los que han llevado hasta la formulación de los principios y a la conceptualización de la redes neuronales y la inteligencia artificial.

Paralelo al criterio de complementariedad, el criterio de sincronicidad constituye uno de los dominios analíticos de las ciencias cognitivas y las redes neuronales. Establecido desde la década de 1950, por el psicólogo Stanley Milgram, el criterio de sincronicidad ha sido fundamental para los principios de la teoría de redes. De este modo, los procesos cognitivos, como

redes de pensamiento, constituyen una nueva manera de pensar. En palabras de Albert László Barabási: "network thinking is poised to invade all domains of human activity and most fields of human inquiry".

Si es cierto que las potencialidades abiertas por el campo de las redes neuronales y por las ciencias cognitivas están aún por definirse, tales potencialidades constituyen una suerte de salida para la crisis de las dos culturas y para el legado de lo posmoderno, ya que se emplazan, desde epistemologías diferentes, como unidades conceptuales y como gramáticas del conocimiento.

CONCLUSIONES

Finalmente, uno de los conflictos esenciales para la comprensión de los procesos cognitivos ha sido expresado en la distinción que hay entre una epistemología naturalizada y una epistemología experimental. Ello está dado en el hecho de que la tradición epistemológica, que ha sustentado su analítica en objetos mensurables, no ha sido refutada en su totalidad. Esto garantiza, para el caso de la epistemología naturalizada, una legitimidad cultural, pero no analítica. Quiero insistir en el hecho de que, al refutar un enunciado, cambia también la lógica de todos los demás enunciados. La refutación de una determinación conceptual debe partir del re-conocimiento de la discapacidad que poseen los pronósticos esenciales, que han sido deducidos de estas determinaciones, y establecer la tensión y la distensión producida por las diferencias entre sus juicios singulares y universales como las fuentes esenciales de su conceptualización. Sólo en estas condiciones podemos hablar de una refutación.

Aquí subyace uno de los retos esenciales para comprender los procesos cognitivos. De ahí la pertinencia de lo que Maturana y Varela llaman "emergencia de los estados globales en una red de componentes simples que funcionan a través de reglas locales que gobiernan las operaciones individuales, y de reglas de cambio, que gobiernan la conexión entre los elementos".

Es necesario advertir acerca de la necesidad de visualizar y entender cuáles son los problemas que aún continúan pendientes de resolver en los dominios de la analítica de los procesos cognitivos. Lo que nos lleva a proyectar un programa de investigación que se concreta de la siguiente manera:

1. Programa de investigación:
   a) Analítica de la percepción.
   b) Desarrollo cognitivo.
   c) Intuición.
   d) Interacciones entre cognición-emoción-comportamiento.
   e) Intencionalidad.
   f) Problema de la representación.
   g) Las relaciones de constitución entre los procesos cognitivos, el cerebro, la percepción, la capacidad de cómputo y la capacidad de adaptabilidad en el campo decisional como unidad.
2. Este programa de investigación tiene como plataforma los dominios de las ciencias cognitivas y las redes neuronales a partir de los siguientes elementos:
   a) Criterio de complementariedad.
   b) Teoría computacional de la cognición.
   c) Modelación/simulación computacional.
   d) Criterio de sincronicidad.

Finalmente, la unidad de los procesos cognitivos, en los dominios de las ciencias cognitivas y las redes neuronales, abre un nuevo espacio de intelección. Espacio que necesariamente requiere salir del nicho tranquilizador de la epistemología tradicional para comenzar a trazar estrategias de indagación transdisciplinares que sean efectivas. Los nuevos espacios científicos, que legitiman esta articulación, validan diversos niveles jerárquicos de organización surgidos en la interacción de lo comunicativo, lo social, lo instrumental, etcétera.

Estamos ante una revolución que permite re-conectar los procesos de la cognición con el gestor de la misma. Así, reconocer la unidad de los procesos cognitivos, y analizarlos desde tal unidad, nos pone un paso adelante en la conceptualización sobre la cognición, ya que nos permite tener un criterio holístico, a partir del cual el proceso se comprende como autoorganización y emergencia, pero también como morfología, ontogenia e intencionalidad.

FUENTES CONSULTADAS

Bibliografía

BERGER P. y T. Luckmann (comps.), La construcción *social de la realidad,* Buenos Aires, Amorrortu, 1986.

CAPRA, E, *The Hidden Connections: A Science for Sustainable Living,* Gran Bretaña, HarperCollins, 2002.

DALE, R., E. Dietrich y A. Chemero, "Explanatory Pluralism in Cognitive Science", *Cognitive Science,* vol. 33, num. 5, 2009, pp. 739-742. DOI 10.1111/J.1551-6709.2009.01042.X

DAMASIO, A.R., *Descartes' Error-. Emotion, Reason and the Human Brain,* Nueva York, QuillEdition, 2000.

DAYAN, P. y L. Abbott, *Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems,* Cambridge, MA, The MIT Press, 2001.

GALLAGHER, J. y R. Beer, "Evolution and Analysis of Dynamical Neural Networks for Agents Integrating Vision, Locomotion, and Short-term Memory", *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-99),* 1999, pp. 1273-1280.

HARVEY, I. *et al,* "Evolutionary Robotics: The Sussex Approach", *Robotics and Autonomous Systems,* vol. 20, 1997, pp. 205-224.

HEISENBERG, W, *La imagen de la naturaleza en la física actual,* Barcelona, Seix Barral, 1976.

HOFSTADTER, D.R., *Gódel, Escher, Bach: Un eterno y grácil bucle,* Barcelona, Tusquets, 1989.

JACOB, P. *et al, What Minds Can Do: Intentionality in a Non-intentional World,* Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1997.

KAUFFMAN, S., *Investigaciones: Complejidad, auto-organización y nuevas leyes para una biología general,* Barcelona, Tusquets, 2003 (Colee. Metatemas, núm. 76).

KEIGER, D., "Looking for the Next Big Thing", *Spring,* 2007.

KRICHMAR, J.L. y G.M. Edelman, *Machine Psychology: Autonomous Behavior, Perceptual Categorization and Conditioning in a Brain-Based Device, Cerebral Cortex,* Oxford, Oxford University Press, 2002.

LAKOFF, G. y M. Johnson, *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought,* Nueva York, Basic Books, 1999.

LANGTON, C, "Artificial Life", en M.A. Boden (ed.), *The Philosophy ofArtiñcial Life,* Oxford, Oxford University Press, 1996.

LUMSDEN C.J. y E.O. Wilson, *Genes, Mind and Culture,* Cambridge, MA, Harvard University Press, 1981.

MARTÍNEZ-FREIRÉ, P. (ed.), *Filosofía actual de la mente,* Suplemento núm. 6 de *Contrastes,* Málaga, 2001.

MATURANA, H. y E Várela, *El árbol del conocimiento: Las bases biológicas del conocimiento humano,* Madrid, Debate, 1990.

MOHÍN, E., *Mi camino: La vida y la obra del padre del pensamiento complejo. Edgar Morin conversa con Djénane Kareh* Tager, Barcelona, Gedisa, 2010.

PINKER, S. y P. Bloom, "Natural Language and Natural Selection", *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 13, num. 4, 1990.

SLOCUM, A.C. et *al.*, "Further Experiments in the Evolution of Minimally Cognitive Behavior: From Perceiving Affordances to Selective Attention", en J.A. Meyer (ed.), *From Animals to Animats 6: Proceedings of the Fourth International Conference on Simulation of Adaptive Behavior*, The MIT Press, 2000, pp. 430-439.

VAN GELDER, Tim, "What Might Cognition Be, If Not Computation!", *The Journal of Philosophy*, vol. 92, num. 7, julio de 1995, pp. 345-381.

WAGMAN, M. (comp.), *Historical Dictionary of Quotations in Cognitive Science: A Treasury of Quotations in Psychology, Philosophy and Artiñcial Intelligence*, Londres, Greenwood Press, 2000.

WEBB, B., "Can Robots Make Good Models of Biological Behaviour?", *Behavioural and Brain Sciences*, vol. 24, num. 6, 2001, pp. 1033-1050.

WILSON, E.O., *Consilience: The Unity of Knowledge*, Nueva York, Vintage Books, 1999.

Sitios web

BARANDIARAN, X., *Epistemología naturalizada y ciencias cognitivas. Hacia una neuroñlosofía naturalizada del conocimiento,* disponible en http://creativecommons.Org/licenses/by-nc-sa/l.0/legalcode; http://sindominio.net/~xabier/textos//episnat/episnat.pdf

CHERNIAK, C, "Computational Complexity and the Universal Acceptance of Logic", *The Journal of Philosophy*, vol. 81, num. 12, diciembre de 1984, pp. 739-758, disponible en http://www.jstor.org/stable/2026030

Reflexiones sobre el concepto de complejidad

Modelos basados en agentes para la simulación de sistemas complejos sociales

Arezky H. Rodríguez*

INTRODUCCIÓN: UNA APROXIMACIÓN A LOS SISTEMAS COMPLEJOS

El término *sistemas complejos* se refiere, tanto a una categoría de clasificación de sistemas de estudio, como a una metodología de investigación con carácter interdisciplinario.

Los sistemas complejos aún no cuentan con una definición clara y precisa. Diferentes autores utilizan distintas aproximaciones a fin de realizar esta definición. Este hecho está en consonancia con la propia identidad "compleja" de tales sistemas. Distintos investigadores tienen diferentes maneras para definirlos y clasificarlos; de tal forma, los sistemas complejos se colocan en el centro de un diálogo de saberes en donde cada especialista aporta, desde su propia postura científica, una unidad para el conocimiento de dichos objetos de estudio. Tales sistemas demandan un abordaje multidisciplinario para su comprensión y análisis.

Pero, ¿cómo definiremos en este trabajo a los sistemas complejos? Primeramente vamos a realizar una distinción entre los sistemas "complicados" y los sistemas complejos.

Es posible aceptar, sin mucha discusión, que estamos rodeados de sistemas "complicados", los cuales están compuestos por una multitud de elementos constituyentes que muy frecuentemente hacen al sistema difícil de estudiar y difícil de comprender. En los sistemas complicados, los diferentes elementos que los componen mantienen un alto grado de independencia, de tal manera que, al remover uno de ellos, se reduce proporcionalmente el grado de complicación del sistema, sin que por esto se altere de manera fundamental su comportamiento más allá de lo que resulte de extraer la pieza. Podemos decir entonces que el grado de complicación en estos sistemas es directamente proporcional a su estructura. Variaciones en el tamaño de la estructura, producen variaciones proporcionales de la propiedad de "complicación" del sistema.

Sin embargo, la "complejidad" de los sistemas complejos es una propiedad más elaborada. Por un lado, un sistema complejo es *robusto* respecto a su estructura, es decir: variaciones en la estructura de un sistema complejo, que pueden resultar de eliminar algún elemento del mismo, no producen variaciones cualitativas ni cuantitativas importantes en el comportamiento del sistema. Esta propiedad también es conocida como *resiliencia,* y ha conducido a la enunciación de una de las propiedades que se utilizan para describir tales sistemas. Dicha propiedad postula que los sistemas complejos contienen información relevante no sólo en sus elementos constituyentes, sino también en el tipo de interacciones que se establecen entre los mismos. De esta forma, la relativa importancia de sus elementos constituyentes no es suficiente para producir cambios importantes en el comportamiento del sistema cuando alguno de esos elementos es removido del mismo.

Sin embargo, si continuamos removiendo elementos del sistema, llegaríamos a un momento crítico en el cual la interacción e interdependencia entre los elementos restantes sí es

fundamental, de tal forma que, al remover uno de esos elementos, el comportamiento del sistema cambiaría en un grado tal que iría incluso más allá de la propiedad que originalmente tenía el elemento removido, lo que provocaría que todo el sistema cambiara cualitativamente. En otras palabras, el sistema dejaría de ser el mismo, incluso puede decirse que el sistema sería destruido.[1]

Por lo anterior, podemos decir que, en un sistema "complicado", el grado de complicación del mismo es proporcional a su estructura; pero la *complejidad* de un sistema complejo no lo es, ya que tal complejidad no depende inicialmente de la estructura del sistema (zona robusta del sistema) y tampoco desaparece porque el sistema es destruido. En otras palabras, se puede decir que un sistema "complicado" es *reducible* a sus partes, mientras que un sistema complejo no *lo es*. Ello representa un *nuevo paradigma* de estudio en el sentido de Kuhn.[2]

El reduccionismo era el paradigma dominante en la ciencia del siglo pasado. Cuando un científico se enfrentaba al estudio de un sistema, la herramienta tradicional utilizada para dicho estudio reducía el sistema a sus partes constituyentes; de tal manera, la comprensión del comportamiento del sistema se obtenía a partir de entender el comportamiento de sus partes, es decir, que la suma de la comprensión del comportamiento de sus partes llevaba a la comprensión del comportamiento de todo el sistema. En este paradigma, la metáfora de la ciencia era la de un edificio que se va construyendo sobre bases sólidas (partículas elementales, la célula como unidad de lo biológico, la familia como unidad de la sociedad, etcétera), y del que puede llegar a tenerse un conocimiento total.

Sin embargo, al tratar de estudiar un sistema complejo dicho procedimiento de investigación falla; ello de debe a la imposibilidad de reducir tal sistema a la mera suma de sus partes sin "destruirlo". De tal manera, en la actualidad, la metáfora científica es la de la red, o la de un entramado donde todo está interconectado; el estudio de los sistemas ahora se aborda desde un punto de vista holístico, es decir, que para comprender al todo se necesita comprender sus partes constituyentes, pero, a su vez, para entender estas partes constituyentes se necesita tener una visión de conjunto de todo el sistema. Es por ello que son varios los autores que plantean que los estudios científicos basados en este nuevo paradigma sólo pretenden hacer descripciones aproximadas de lo dado.[3]

Podemos citar a Edgar Morin: "La aspiración a la complejidad lleva en sí misma la aspiración a la completitud, porque sabemos que todo está relacionado y es multidimensional. Sin embargo, también comprendemos que no podremos escapar a la incertidumbre y que no podremos tener un saber total".

Habiendo descrito muy brevemente la génesis de los sistemas complejos, trataremos ahora de definirlos (acotarlos) mediante una enumeración de sus características principales:

1. Los sistemas complejos pueden definirse como "conjuntos de elementos en interacción", y se caracterizan por una estructura compuesta de varios niveles.
2. Un sistema complejo está compuesto por varias partes interconectadas cuyos vínculos contienen información adicional; es decir, que como resultado de las interacciones entre sus elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Dichas propiedades se denominan propiedades emergentes.

3. El comportamiento del sistema surge a partir de la auto-organización de sus componentes, sin que por ello esta auto-organización esté controlada ni dirigida por ningún ente exterior al sistema. Es decir, cada sistema complejo emerge a partir de sus elementos, y fluctúa hasta quedar fuertemente estabilizado; ello se logra a partir de retroalimentaciones positivas y negativas, las cuales atenúan cualquier modificación provocada por el medio externo. El sistema reacciona ante agresiones externas que pretendan modificar su estructura.
4. Para describir un sistema complejo hace falta no sólo conocer el funcionamiento de sus partes, sino conocer cómo se relacionan éstas entre sí. Esta propiedad se resume en una conocida frase: "el todo es más que la suma de las partes" (concepción holística); en otras palabras, la información contenida en el conjunto del sistema es superior a la suma de la información de cada una de las partes analizadas individualmente. No podemos entender el todo sin conocer las partes, pero no podemos entender las partes sin conocer el todo.
5. Los componentes básicos de estos sistemas (células, hormigas, individuos, poblaciones, empresas, etcétera) perciben su entorno y responden a cambios en él de forma potencialmente diferente. Los agentes de un sistema complejo son autónomos.
6. Los sistemas complejos son también "adaptativos". El comportamiento de los componentes básicos del sistema puede evolucionar con el tiempo, dando lugar a una cierta capacidad de respuesta frente a los cambios ocurridos en el entorno. Los agentes de un sistema complejo pueden "aprender" de forma diferenciada, dando lugar a asimetrías en el sistema.

7. Su comportamiento no puede predecirse a partir de conocer el comportamiento de sus elementos constituyentes. Esta es la propiedad de no *linealidad* de los sistemas complejos.

SISTEMAS COMPLEJOS SOCIALES: ¿QUÉ TIENEN DE ESPECIAL?

En el cuadro 1 se hace una comparación entre los sistemas sociales humanos, los sistemas sociales de animales y los sistemas físicos en lo referente a sus elementos constitutivos:

Cuadro 1

Los *sistemas físicos consisten en:*	Los *sistemas vivos consisten en:*	*Los sistemas humanos consisten en:*
Partículas que: • Obedecen leyes naturales • Interactúan solamente en unas pocas formas diferentes • NO tienen "roles"	Animales que: • Son parcialmente autónomos • Interactúan en varias formas distintas • Pueden jugar diferentes roles	Actores humano que: • Son autónomos • Interactúan en numerosas formas distintas • Juegan diferentes roles (incluso al mismo tiempo)
• No son concientes de sus interacciones	• Son parcialmente conscientes de sus interacciones	• Son conscientes de sus interacciones
• No se comunican	• Se comunican solamente en forma muy restringida.	• Se comunican a través de un lenguaje simbólico

Fuente: Arezky H. Rodríguez.

Igualmente, en el cuadro 2, se hace una comparación entre los mismos sistemas, pero esta vez respecto a las formas de interacción presentes en ellos:

Cuadro 2

Las *partículas* físicas *interactúan con ayuda de:*	Los sistemas vivos *interactúan con la ayuda de:*	Los humanos *interactúan con la ayuda de:*
• Un número muy reducido de fuerzas diferentes • Campos físicos que pueden cambiar debido al movimiento de las partículas	• Sustancias químicas en distintas concentraciones y gradientes • Sonidos (levemente simbólicos, con un léxico muy restringido) • La observación de unos a otros y prediciendo los siguientes movimientos	• Sonidos y símbolos gráficos (léxico no restringido que también incluye referencias a objetos inexistentes: unicornios, ángeles, etcétera) • La observación de unos a otros, prediciendo los siguientes movimientos, e induciendo regularidades a partir de lo observado

Fuente: Arezky H. Rodríguez.

Podemos ver que los sistemas sociales humanos, a diferencia de otros sistemas físicos, consisten en:

1. Elementos que pueden interactuar simbólicamente mediante diferentes formas de lenguajes o símbolos.
2. Elementos que pueden asumir diferentes roles en diferentes contextos: son autónomos.
3. Elementos que pueden pertenecer, al mismo tiempo, a distintos sistemas (que pueden ser incluso de diferentes tipos). Por ejemplo: un individuo puede ser miembro de una familia en la cual, a la vez, es pareja emocional y padre o madre, igualmente, al mismo tiempo, es miembro de una comunidad donde trabaja realizando determinada labor.

4. Elementos que son concientes de sus interacciones y roles, y que, por lo tanto, no están "obligados" a "obedecer" unas "leyes sociales"; es decir, que no existe un determinismo "fuerte", como en el caso de las leyes de la física que cumplen, por ejemplo, las partículas elementales.
5. Elementos que guardan una *memoria* de sus interacciones pasadas, memoria que luego es utilizada para reaccionar en situaciones futuras parecidas.

Podemos decir que los sistemas sociales humanos son, muy frecuentemente, complejos. Los agentes sociales, en tanto individuos, se encuentran inmersos en una red de conexiones que permite el flujo de normas, valores, ideas, comportamientos, etcétera, y que sirve de sustrato para la aparición de fenómenos emergentes, auto-regulados, de difusión colectiva y co-evolución, tales como la propagación de rumores, las epidemias, la formación de grupos de opinión, de grupos especializados, la formación de culturas, la aparición y evolución del lenguaje, entre otros. Los agentes sociales son igualmente capaces de cambiar su comportamiento a partir de datos como la interacción que entablan con el ambiente que les rodea y la memoria de hechos pasados; es decir, los agentes sociales son autónomos. Dos agentes con características y valores similares pueden comportarse de forma diferente ante una misma situación; los agentes sociales están obligados a tomar decisiones continuamente a partir de las interacciones ocurridas entre ellos y el medio que les rodea y, a su vez, estas decisiones pueden cambiar el medio o la forma mediante los cuales los agentes continuarán interactuando entre sí. De esta manera los agentes sociales están fuertemente acoplados unos con otros. El resultado de las interacciones entre estos sistemas son altamente no lineales debido a los bucles de causalidad y retroalimentación presentes; por lo tanto, es imposible que el sistema sea reducido

al estudio de cada agente por separado; ello habla de la complejidad de estos sistemas.

Todas estas características de los sistemas complejos en general, y de los sistemas sociales en particular, hacen que el proceso de modelado matemático formal diñera sustancialmente del que se hace sobre otros sistemas más simples. En particular, su naturaleza descentralizada, la presencia de bucles de causalidad y retroalimentación no lineales, y el hecho de contener varias unidades más o menos autónomas que pueden interaccionar, evolucionar, y adaptar su comportamiento a los cambios en el entorno, implican que en la mayoría de los casos sea muy difícil —si no imposible— conseguir un modelo que pueda describir el sistema complejo adecuadamente y que además sea resoluble matemáticamente.

MODELOS BASADOS EN AGENTES

Sin embargo, en las últimas décadas, debido en gran parte al desarrollo de los ordenadores informáticos, han aparecido innovadoras técnicas que hacen uso de la nueva tecnología disponible para llevar a cabo el modelado de sistemas complejos, y en particular, de sistemas complejos sociales. Una de estas técnicas es la *simulación basada en agentes.*[4] Esta técnica tiene el potencial de complementar modelos no formales (normalmente verbales) de sistemas complejos y modelos matemáticos más abstractos.

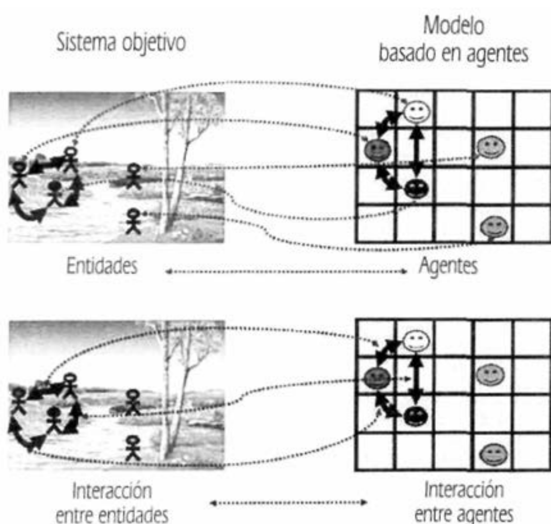
A menudo la representación verbal de sistemas complejos sociales (primer sistema de símbolos) carece del rigor formal necesario para valorar su coherencia lógica y para generalizar

a partir de ello, mientras que los modelos matemáticos (segundo sistema de símbolos) suelen ser menos realistas debido a las fuertes restricciones impuestas por las hipótesis simplificadoras que son necesarias para poder resolverlos. Usando técnicas de modelado computacional, como la *simulación basada en agentes*, tenemos la capacidad de construir modelos que combinan la riqueza descriptiva de los modelos verbales con el rigor formal de los modelos matemáticos más abstractos.[5] Así, las simulaciones computacionales constituyen un tercer sistema de símbolos, convirtiéndose en una alternativa para la formalización matemática de las teorías sociales. Aquellas teorías verbales que no puedan ser expresadas adecuadamente dentro del sistema de símbolos dado por la formalidad matemática pueden ser expresadas en el tercer sistema de símbolos, y es el ordenador el que permite explorar y analizar las implicaciones formales de este nuevo tipo de modelos computacionales al resolver (ejecutar) el modelo. Es decir, es el ordenador el que ahora, a partir de las premisas del modelo, deduce las implicaciones lógicas.[8]

Esta nueva herramienta, más que cualquier otra herramienta computacional comercial, está provocando un gran interés debido a las posibilidades que tiene para llevar a cabo la simulación de fenómenos sociales, espaciales y dinámicos, de colectivos humanos, de sociedades de animales y ecosistemas, y ello en formas que antes no eran posibles. En tales modelos, la acción es realizada por agentes que son elementos del modelo y que colectan información de su entorno, toman decisiones basadas en esa información y actúan (véase figura 1). De esta forma, en el ordenador se construyen sociedades artificiales compuestas por colecciones de agentes que

interactúan entre sí y con el ambiente que les rodea. Estas sociedades artificiales pueden ser controladas experimentalmente (algo imposible de realizar en sociedades tradicionales) para estudiar los efectos derivados de algún comportamiento específico, o parámetro, ya sea del ambiente o del sistema.[7] La investigación que se realiza de esta manera permite estudiar movimientos dinámicos (en lugar de estados de equilibrio), procesos de distribución y formación de jerarquías (en lugar de dar por sentado la presencia de niveles en el sistema), y la aparición de patrones de relación entre agentes (en lugar de relaciones entre variables globales del sistema).

Figura 1



En los modelos formales construidos mediante *simulación basada en* agentes, los componentes básicos del sistema real y las interacciones entre ellos están explícita e individualmente representados en el modelo.
Fuente: Tomada de L.R. Izquierdo, *op. cit.*

El interés por esta herramienta se ha extendido a diferentes ramas del saber, formando puentes entre ciencias que antes estaban separadas; a partir de esta herramienta se han realizado importantes trabajos en áreas tales como las ciencias sociales,[8] las humanidades,[9] y las ciencias biológicas.[10]

Los modelos basados en agentes representan la promesa de una nueva herramienta de estudio útil para entender los fenómenos sociales a partir de su "construcción paso a paso", es decir, construyendo sociedades artificiales desde sus agentes hasta sus interacciones. La fortaleza de esta herramienta radica en que su enfoque es diferente respecto al de la práctica tradicional de las ciencias sociales (donde se analizan variables estáticas que se asumen constantes, y donde la relación entre los agentes de una sociedad y el ambiente está fija). Al utilizar modelos computacionales dinámicos, se pueden asumir y estudiar interacciones que son cambiantes y adaptables entre los agentes del sistema, así como entre éstos y el ambiente. Es decir, es posible simular la cambiante dinámica de las interacciones entre agentes sociales de acuerdo a ciertas reglas que pueden ser complicadas y modificadas con el tiempo. Estos problemas son generalmente intratables utilizando la matemática analítica.

Los científicos, al construir sus modelos, deben primeramente realizar el trabajo duro para determinar los posibles parámetros del sistema que sean relevantes para el estudio y dotar a los agentes del modelo a construir con los comporta-

condición estuviera explícitamente impuesta en las reglas del modelo. De esta forma, el modelo sorprendió con sus resultados al describir claramente una propiedad emergente del sistema que no estaba prevista de antemano para los agentes del mismo. Era a partir de las interacciones locales entre los individuos de esta sociedad artificial que aparecían patrones de fuerte segregación incluso cuando los individuos tenían alta tolerancia a la diversidad. Este trabajo mostró el potencial que poseen los modelos basados en agentes para explicitar propiedades globales implícitas en los sistemas complejos, que no son evidentes a primera vista, pero que emergen en un estudio dinámico y más detallado del sistema.

El segundo trabajo, llevado a cabo por Epstein y Axtell,[14] consiste en la simulación computacional de una sociedad artificial, en la cual, entre otras acciones posibles, los agentes se desplazan, comen, se reproducen, luchan entre sí por recursos, comercian y enferman. Este modelo es mucho más elaborado debido a la amplia variedad de acciones que pueden realizar sus agentes; su ventaja está dada por la posibilidad de estudiar una amplia variedad de comportamientos en los individuos del sistema, pero, a su vez, resulta más difícil obtener conclusiones claras acerca de las implicaciones que tienen cada una de las actividades que pueden realizar dichos agentes. Con el tiempo se han ido desarrollando más modelos para comprender y explicar diferentes situaciones sociales.

Otro importante trabajo lo constituye el desarrollado por Robert Axelrod, quien estudia la cooperación entre individuos[15] y la formación de culturas.[16]

mientos típicos cuyos efectos se desea estudiar. La simulación será útil en la medida en que se acepte que el científico ha capturado los aspectos relevantes del problema de estudio en la sociedad artificial construida. Claro que no se espera que estos mundos artificiales sean verdaderas sociedades, más bien se espera que sean como sociedades reales en algún aspecto útil, y esta utilidad vendrá dada por la posibilidad de que tales sociedades artificiales ayuden a construir la teoría de la complejidad de sociedades reales.[11]

Los *modelos basados en agentes* son útiles cuando se tienen:

1. Sistemas con componentes individuales heterogéneos.
2. Sistemas adaptativos: agentes capaces de aprender.
3. Sistemas en los cuales el espacio geográfico puede tener una influencia significativa.
4. Sistemas donde existen redes sociales de interacción.
5. Sistemas donde se desea analizar con profundidad la relación que hay entre los atributos y los comportamientos de los individuos (la "micro-escala") frente a las propiedades globales del grupo (la "macro-escala").

Como ya se mencionó, tanto en las ciencias sociales como en las ciencias naturales, son numerosos los trabajos en los que se ha desarrollado e implementado esta herramienta. Dos trabajos pioneros en este rubro fueron los realizados en las ciencias sociales por Schelling,[12] y por Epstein y Axtell.[13] El primero de ellos estudió, mediante un modelo sencillo de agentes, la formación y la segregación de grupos diferenciados de individuos. Lo interesante de su trabajo fue la aparición, de patrones de segregación, que surgieron sin que esta

Debido al número creciente de diferentes modelos computacionales, algunos autores han propuesto implementar lo que han denominado "alineación de modelos computacionales". Esta herramienta resulta útil para determinar si dos modelos diferentes pueden conducir a los mismos resultados bajo condiciones equivalentes. Un trabajo pionero en esta dirección fue reportado por Axtell;[17] en dicho trabajo los autores comparan el modelo de Axelrod para el estudio de la formación de culturas, con el modelo más amplio desarrollado por Epstein y Axtell en 1996,[18] y encuentran las condiciones bajo las cuales ambos modelos producen los mismos resultados.

Lo que se pretende es llegar a definir cuándo un modelo computacional "contiene" a otro, en el mismo sentido en que la mecánica relativista de Einstein contiene a la mecánica clásica de Newton. De esta manera se establecerían formalmente límites para la aplicabilidad de los modelos computacionales ya existentes, contribuyendo con ello a ordenar toda la información sobre los modelos computacionales usados para el estudio de diferentes fenómenos sociales.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo hemos acotado los sistemas complejos sin pretender dar una definición formal de los mismos; además hemos enumerado las propiedades que consideramos más importantes de tales sistemas.

Igualmente se estudiaron las diferencias conceptuales y operativas que existen entre los sistemas complicados y los

sistemas complejos, dada la importancia que consideramos tiene esta distinción al abordar el estudio de un sistema, sea éste físico o social. Reconocer esta diferencia nos permite orientarnos respecto a qué herramientas de análisis se han de utilizar y de qué forma (reduccionista u holista) se habrá de estudiar tal sistema.

También se abordó la descripción de los sistemas complejos sociales y se mostraron argumentos para responder a la pregunta acerca de por qué estos sistemas son más complejos que los sistemas complejos físicos.

Finalmente, se introdujeron los *modelos basados en agentes* como una herramienta novedosa y útil para abordar el estudio de los sistemas complejos sociales que presentan un alto grado de asimetría y heterogeneidad entre sus componentes individuales. También fueron enumerados algunos casos relevantes de modelos computacionales que se han convertido en puntos de referencia para los estudios sociales.

FUENTES CONSULTADAS

AXELROD, R., *The Complexity of Cooperation*, Nueva Jersey, Princeton University Press, 1997.

———, "The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization", *The Journal of Conflict Resolution*, vol. 41, num. 2, abril de 1997, pp. 203-226.

AXTELL, R., R. Axelrod, J.M. Epstein y M.D. Cohen, "Aligning Simulation Models: A Case Study and Results", *Computational and Mathematical Organization Theory*, vol. 1, num. 2, 1996, pp. 123-141.

CAPRA, E, *El punto crucial*, Barcelona, Integral, 1989.

EPSTEIN, J.M. y R.L. Axtell, *Growing Artiñcial Societies*, Massachusetts, The MIT Press, 1996.

GILBERT, N. y R. Conté, *Artificial Societies*, Londres, Routledge, 1995.

GRIMM V y S.F. Railsback, *Individual-based Modeling and Ecology*, Nueva Jersey, Princeton University Press, 2005.

IZQUIERDO, L.R., J.M. Galán, J.I. Santos y R. Olmo,"Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas", *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, núm. 16, julio-diciembre de 2008, pp. 85-112.

KOHLER, T.A. y G. J. Gunmerman, *Dynamics in Human and Primate Societies*, Oxford, Oxford University Press, 2000.

KUHN, T., *The Structure of the Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1962.

MILLER, J.H. y S.E. Page, *Complex Adaptive Systems*, Nueva Jersey, Princeton University Press, 2007.

MURRAY, J.D., *Mathematical Biology*, Berlin, Springer Verlag, 2002.

SCHELLING, T.C., "Dynamic Model of Segregation", *Journal of Mathematical Sociology*, vol. 1, 1971, pp. 143-186.

SIGMUND, K., *The Calculus of Selfishness*, Nueva Jersey, Princeton University Press, 2010.

Complejidad y derecho. Un ensayo de constructivismo jurídico institucional con base en la teoría de los sistemas complejos

Enrique Cáceres Nieto*

CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS (MANOS DIBUJANDO)

En forma muy simplificada, las posturas epistemológicas que buscan explicar la relación entre "realidad" y conocimiento, y particularmente las teorías (explicaciones, modelos, etcétera), pueden resumirse en los siguientes enunciados:

1. Existe una realidad dada, objetiva y estructurada fuera del sujeto cognoscente. La función de las teorías consiste en "pintar" cada vez más nítidamente a esa realidad "tal como es", mediante las aproximaciones sucesivas que caracterizan al avance científico.
2. No existe "una" realidad dada que determine a las teorías, son las teorías las que determinan lo que podemos ver como real.
3. La realidad es construida a partir de un vasto universo de elementos (dimensión sincrética), susceptibles de ser seleccionados y organizados por los sujetos cognoscentes (científicos, filósofos, etcétera) mediante procesos cognitivos (métodos) de los que emergen las teorías. Teorías y

realidad se definen de manera co-dependiente. Metafóricamente, son como la obra *Manos dibujando* de Escher.

La postura que suscribo en este trabajo es la tercera, la cual se presenta como una vía alternativa a las dos primeras, ya que supone que no es posible mostrar que existe una realidad dada, estructurada y objetiva, si no es a través del prisma proporcionado por un marco teórico, ni que las teorías determinen a la realidad independientemente de lo empírico. Por cierto, la postura epistemológica que suscribo asume, junto con Rolando García,[1] que el hecho de adherirse a una metodología empírica de la investigación no implica respaldar una postura epistemológica empirista. Tal es nuestra tesis.

Lo que he llamado "dimensión sincrética" se constituye por los *inputs* sensoriales susceptibles de ser seleccionados, interpretados como datos y organizados de cierta forma a partir de un marco teórico. Pensar que a cada dato teóricamente organizado debe corresponderá un referente empírico es sumamente ingenuo, ya que esto significa ignorar que la ciencia se ocupa fundamentalmente de relaciones entre objetos abstractos, algunos de los cuales pueden tener referentes, pero no las relaciones mismas. Por ejemplo, es posible que en una estructura condicional del tipo *p* -» *q*, *'p' y 'q'* sean instanciados con expresiones cuyo dominio de denotación incluya objetos del mundo. Por ejemplo, 'p' = "el agua está hirviendo", y *'q'* = "se evapora"; de donde *p* -> *q* significaría: "si el agua está hirviendo, entonces se evapora". Tanto el agua en ebullición como el vapor constituyen *sens data,* pero no la relación causal misma.

DINÁMICA DE LA CODEPENDENCIA TEORÍA-REALIDAD, *EXPLANANS-EXPLANANDUM*

La postura epistemológica número uno parece presuponer una realidad no evolutiva. Aun cuando no se considere estática (esencialismo), sino dinámica, su dinámica es recursiva.

Una postura distinta sería concebir que la dimensión sincrética es, además de dinámica, evolutiva.

Un ejemplo sencillo consiste en examinar un modelo desarrollado para explicar el comportamiento ecológico de una determinada región. En un estado de cosas 1, el modelo y sus alcances predictivos son adecuados conforme a un marco teórico que llamaremos TI. Sin embargo, a raíz de las perturbaciones generadas por los cambios climáticos en el ecosistema objeto de estudio, TI y la metodología para levantar un modelo correcto sobre su comportamiento dejan de cumplir su función explicativa: sus predicciones ya no son acertadas. Esto significa que la dinámica evolutiva del objeto de explicación o *explanandum* ha hecho que T1 deje de ser útil y es necesario buscar nuevos criterios de selección de datos y de organización mediante una segunda teoría T2, que permita generar *explanans* adecuados para el nuevo estado de cosas.

Desde luego, a partir de la misma dimensión sincrética es posible generar diversos *explanans* y levantar distintos modelos partiendo de teorías pertenecientes a diferentes dominios de conocimiento. Ello conlleva una selección de datos distintos y de criterios de organización también distintos. Por ejemplo, un sociólogo puede estar interesado en estudiar los cambios que han ocurrido en los modos de producción de ciertas comunidades agrícolas, cambios que se derivan de las perturbaciones producidas en el ecosistema a raíz del cambio climático. Esto significa que las teorías nunca versan sobre hechos brutos, sino sobre datos siempre cargados de teoría y que se

consideran relevantes para el estudio en cuestión. Los físicos no estudian cuerpos, sino su comportamiento a partir de la abstracción de propiedades tales como la velocidad, la masa, la aceleración, etcétera; mientras que los químicos estudiarán los mismos cuerpos a partir de la abstracción de los elementos que los constituyen.

Si concebimos a la dimensión sincrética como la mano derecha del dibujo de Escher, que está dibujando a la mano izquierda, entonces la ciencia, sus teorías, métodos, etcétera, son la mano izquierda dibujando a la derecha. Usando el mismo ejemplo: se suele considerar que el cambio climático es producto, entre otros factores, del sobrecalentamiento producido por el desarrollo tecnológico (el brazo pragmático de la ciencia), el cual también repercute en el ambiente.

TEORÍA, REALIDAD, MODELOS MENTALES Y COMPLEJIDAD

Las distintas formas en que la dimensión sincrética puede ser estructurada, presuponen distintos estilos de procesamiento de información por parte de los sujetos cognoscentes. Esta tesis está inspirada en las ideas expuestas por Ian Hacking[2] respecto a los estilos de razonamiento científico, y junto con él, asumo que cada uno de esos estilos supone ciertas habilidades cognitivas que se manifiestan y cristalizan (supervienen o emergen) como resultado de fenómenos subvenientes que tienen lugar en determinados contextos históricos. La diferencia del constructo teórico que propongo y denoto con la expresión "estilo de procesamiento de información", respecto de la preocupación teórica de Hacking, estriba en que mi propuesta no se restringe al dominio del razonamiento científico, sino

que pretende comprender otros dominios, como por ejemplo, el de las teorías conceptuales, entre las que se ubica el pensamiento filosófico.

Conforme a lo anterior, es posible afirmar que las distintas tradiciones filosóficas, incluyendo a las consideradas paradigmáticas a lo largo de la evolución de la historia (racionalista, escolástica, empirista, etcétera), son el producto de diferentes estilos de procesamiento de información.

Empleando la terminología de la psicología cognitiva contemporánea, es posible afirmar que tanto teorías como explicaciones, modelos de realidad, etcétera, bajo los cuales es estructurada la dimensión sincrética, constituyen lo que propongo denotar como *modelos mentales en sentido 1,* resultantes de *modelos mentales en sentido 2.*

En sentido 1, la expresión *modelo mental* es entendida en los siguientes términos: "Mental models are declarative representations of how the world is organized and may contain both general, abstract knowledge and concrete cases that exemplify this knowledge. So, strong models allow for both abstract and case-based reasoning".[3]

En sentido 2, *modelo mental* denota la conjunción del conocimiento declarativo (sistemas de creencias, ontología asumida, supuestos epistemológicos, etcétera) con el conocimiento procedural; a partir de ambos se generan *modelos mentales en sentido 1.* Cada modelo mental en este segundo sentido presupone sus propias formas de validación.

Los *modelos mentales sentido 2* son generativos, en tanto que los *modelos mentales sentido 1* son los productos generados a partir de aquellos. Mientras *modelo mental í* se refiere a los modelos producidos por la mente, *modelo mental 2* se refiere

a los modelos que tratan acerca de la forma en que la mente genera los *modelos mentales en sentido 1.* Desde una perspectiva diacrónica, la relación entre modelos y construcción de la realidad es la siguiente: el *modelo mental 2* es el generador de los *modelos mentales 1* (emergentes), que corresponden a esquemas cognitivos cuyas implicaciones senso-perceptivas determinan lo que asumimos como realidad.

Desde luego, un mismo *modelo mental 2* también puede generar diferentes *modelos mentales i.* Por ejemplo, tanto la teoría del contrato social, como el *Leviathan,* constituyen diferentes *modelos mentales 1* derivados del mismo *modelo mental 2* correspondiente al estilo de procesamiento de información racionalista.

Es importante hacer una distinción entre *modelo mental* y *método,* ya que un mismo *modelo mental 2* puede producir *modelos mentales 1* a partir de diferentes métodos, e incluso a partir de distintos sistemas de razonamiento. Por ejemplo, los métodos de investigación cuantitativa son característicos del *modelo mental 2* que denotamos con la expresión "investigación empírica".

La cobertura explicativa que tiene el concepto *modelo mental,* respecto al concepto *estilo de razonamiento científico,* posibilita avanzar la hipótesis: el pensamiento complejo constituye un nuevo *estilo de razonamiento cientíñco* al lado de los demás enumerados por Hacking: el matemático, el experimental, de laboratorio, taxonómico y estadístico-probabilístico, pues, al igual que aquellos, el pensamiento complejo puede estar presente —combinado con los anteriores estilos de razonamiento— en diferentes ciencias. Dicha cobertura tiene el mérito adicional de no restringir dicho sistema de organización de la información al dominio de las ciencias, sino que abarca también al de las teorías meramente conceptuales. Esto significa que, a pesar de sus claras diferencias epistemo-

lógicas, el pensamiento complejo permite seleccionar y organizar la información de la dimensión sincrética, para generar modelos basados en la matemática de los sistemas dinámicos no lineales que permitan producir simuladores computacionales; y también hace posible generar nuevos modelos conceptuales en terrenos ajenos a la ciencia, como son los casos de la filosofía y la teoría del derecho.

COMPLEJIDAD, DERECHO, CONSTRUCTIVISMO E INSTITUCIONALISMO COGNITIVO JURÍDICO

Tal como sucede en la filosofía en general, existen diversas tradiciones en filosofía del derecho que son producto de diversos *modelos mentales 2,* por ejemplo: la jurisprudencia analítica, el análisis económico del derecho, el realismo jurídico americano, el realismo jurídico escandinavo, etcétera.

La incidencia del pensamiento complejo en la teoría jurídica es prácticamente desconocida. Una muestra palpable de ello es, por ejemplo, que la mesa sobre "Complejidad y Derecho", organizada por el profesor Ron Alien, en el marco de la última edición del Congreso Mundial de Filosofía del Derecho, llevado a cabo en China, tuviera que ser suspendida ante la insuficiencia de ponentes.

Lo que a continuación adelanto es un esbozo de la importancia de adoptar, en el terreno de la filosofía jurídica, el nuevo modelo mental de la complejidad, y un bosquejo de los *modelos mentales 1* que en el terreno jurídico se pueden producir a partir de ello.

Debido a restricciones de espacio para analizar detenidamente la relación entre nuestros modelos mentales acerca del derecho y las distintas tradiciones teóricas o filosóficas referidas, asumo que el pensamiento jurídico convencional puede

ser caracterizado, de manera general, mediante un *modelo mental 2* que suscribe las siguientes creencias:

1. El derecho es una cuestión de normas positivadas básicamente a través de la legislación.
2. El derecho incide de manera directa en la construcción social de la realidad, de tal suerte que, si se considera necesario cambiar dicha realidad, basta con cambiar los textos legales.
3. El derecho opera cambios a partir de una estructuración jerárquica vertical *top down* (del Presidente hacia abajo) y de manera lineal (programas de desarrollo).

La tesis central de este trabajo es que dicho *modelo mental 2,* que está en la base de la operación de las instituciones jurídicas, es sumamente deficiente —e incluso contraproducente— respecto de las propiedades funcionales que normalmente cuentan como la justificación del derecho.

La adopción del *modelo mental 2* del pensamiento complejo permite obtener *modelos mentales 1* totalmente diferentes y fructíferos comparados con las deficiencias que muestra el modelo dominante. A continuación, conjuntando el pensamiento complejo con el enfoque constructivista del derecho, ofrezco un ejemplo de dichos posibles modelos, cuyo desarrollo ocupa desde hace ya varios años mi principal actividad académica.[4]

Parafraseando la descripción de Kuhn,[5] respecto a lo que ocurre cuando tiene lugar un cambio de paradigma, asumo que la adopción del pensamiento complejo en la teoría del derecho corresponde a un nuevo punto de partida que permite construir una nueva dimensión para la comprensión del mundo jurídico.

Como es bien sabido, para la teoría de los sistemas complejos las hormigas constituyen agentes heterogéneos estúpidos, de cuya sincronización de interacciones locales (nivel subveniente) superviene o emerge la inteligencia colectiva que es la que hace posible la supervivencia de la colonia.

El *modelo mental 2,* característico del pensamiento complejo, permite generar diversos *modelos mentales 1,* de la misma clase que el anterior, con el fin de organizar distintos recortes de la dimensión sincrética que expliquen diversos fenómenos.

Desde esta perspectiva, en el terreno de las neurociencias y no en el de la biología clásica, es posible afirmar que cada una de las diversas neuronas humanas es un agente estúpido, de cuya sincronización de interacciones locales (nivel subveniente) superviene o emerge la inteligencia que ha hecho posible nuestra supervivencia como especie.

En niveles fisiológicos, ante los requerimientos del entorno, las neuronas suelen presentar la conectividad recursiva que da lugar a patrones de conectividad neuronal Cuando el índice de recursividad de un patrón de conectividad neuronal es muy alto, y sobre todo si ha cumplido un papel importante en la generación de esquemas eficientes para predecir el compor-

tamiento del entorno, se constituye una creencia. Por las mismas propiedades auto-organizativas, diversas creencias suelen sincronizarse y conectarse generando sistemas de creencias.

El índice de densidad de conectividad entre las creencias que constituyen un sistema de creencias suele generar *hubs*, de cuya persistencia depende la arquitectura y función del sistema mismo. Por ejemplo, la creencia en Jesucristo constituye un *hub* respecto a la creencia en el cielo, el infierno, los santos, etcétera.

El equilibrio de un sistema de creencias está determinado por su resiliencia o capacidad para absorber las perturbaciones recibidas por el sistema, por ejemplo, los fenómenos conocidos como resistencia al cambio conceptual.

La transición de estados de sistema, y particularmente de sinergia sistémica en un sistema de creencias, ocurre cuando la perturbación recibida supera dicha capacidad de resiliencia, es decir, cuando se supera el umbral de nucleación de la perturbación, lo cual produce su propagación en el resto del sistema. El resultado que se obtiene es un nuevo estado de equilibrio que consiste en un nuevo sistema emergente.

La transición más dramática ocurre cuando la perturbación tiene lugar directamente en alguno(s) de los *hubs* de los que depende el equilibrio del estado en cuestión. Por ejemplo, al desaparecer la creencia en Alá, también desaparece la creencia que justifica la *yihad*.

La dinámica del sistema cognitivo humano no queda restringida a las meras operaciones mentales, sino que constituye uno de los polos de un binomio cognitivo-conductual. Así, la creencia (distorsionada) de que el *Corán* ordena asesinar infieles donde quiera que estén, constituyó el polo cognitivo, cuyo polo conductual se tradujo en el atentado terrorista del 11 de septiembre.

Contrariamente a lo que suele suponerse, la mayor paite de los procesos cognitivos ocurren al nivel del inconsciente adaptativo, lo que muestra el carácter auto-organizativo de nuestra actividad cognoscitiva. En algún sentido, aprendemos de manera semejante a como lo hace nuestro sistema inmunológico a partir de una vacuna, es decir, sin participación del consciente.

Como si fuera un fractal, las salidas conductuales de los agentes humanos (quienes muchas veces parecen comportarse con mayor estupidez que las hormigas o las neuronas) dan lugar a la sincronización de interacciones, de donde surgen patrones de comportamiento que se traducen en lo que podemos llamar conductas institucionalizadas o, simplemente, instituciones. Éstas acompañan al hombre desde tiempos inmemoriales y están presentes en los ritos y ceremonias de todas las culturas. De la realización de dichas interacciones emergen nuevos estados de cosas en la realidad social, como por ejemplo, cuando, después de un rito iniciático, el mismo joven que minutos u horas antes se convirtió en el centro del ritual es convertido en otro: en un guerrero.

Al igual que ocurre con los sistemas de creencias individuales, la dinámica del sistema social está caracterizada por un sistema de creencias sociales. Un círculo se cierra al verse la imposibilidad de aislar sistemas de creencias individuales de sistemas de creencias colectivas, pues también ellas satisfacen una de las propiedades fundamentales de todo sistema complejo: son co-dependientes. A estas instituciones, surgidas de interacción no dirigida conscientemente, las denotaremos como *instituciones informales*.

Las *instituciones iníormales* son evolutivas, es decir, cambian en función de una dinámica de perturbaciones-transiciones-nuevo estado de equilibrio. A nivel cognitivo, su base radica en la plasticidad cerebral.

En el caso de los humanos, a diferencia de las hormigas, la participación y sobrevaloración del córtex cerebral y del consciente hace suponer que es posible dirigir, de modo lineal y vertical, el proceso de emergencia de instituciones sociales básicamente a través del lenguaje de los textos legales. Un sustento para esta creencia puede encontrarse en el constructo teórico propuesto por Searle[6] al hablar de la función constitutiva de las reglas como generadoras de hechos institucionales. El ejemplo típico es el ajedrez, en donde, sin la existencia de las reglas del juego, sería absolutamente imposible identificar en el mundo un hecho ajedrecístico.

De igual manera, pareciera asumirse que las normas jurídicas cumplen una función constitutiva que está en la base de la creación o emergencia de hechos institucionales jurídicos. Un ejemplo claro nos lo proporciona el derecho fiscal: durante el tiempo en que está vigente un artículo legal que impone el pago de un impuesto, por ejemplo, sobre tenencia de ventanas, es posible encontrar en el mundo hechos institucionales jurídicos consistentes en el delito de evasión del pago del impuesto sobre ventanas. Al ser derogada la normatividad correspondiente, la posibilidad de encontrar dichos ilícitos se torna absolutamente imposible no obstante la persistencia de las mismas ventanas y los mismos propietarios.

Con base en este presupuesto, el derecho se asume como generador de instituciones inducidas deliberadamente, cuya imposición es vertical y su posible operación calculada de manera lineal. Con frecuencia, la operatividad de este tipo de instituciones, que denotaremos con la expresión instituciones *formales*, presupone la generación de organismos o "instituciones legales" ejemplificadas por las Secretarías de Estado del Poder Ejecutivo, la Suprema Corte de Justicia, etcétera,

cada una de las cuales constituye una colonia con sus propias emergencias auto-organizativas.

Nuevamente, la metáfora del fractal nos permite entender a estas instituciones como agentes con comportamiento local sin conciencia ni de sus operaciones auto-organizativas ni de la emergencia global en la cual participan. De conformidad con la visión lineal del derecho, cada uno de estos agentes desempeña un rol funcional, coordinado y armónico, con base en las finalidades establecidas por las normas legales. El pensamiento complejo permite una visión muy diferente.

LA CEGUERA DE LA VISIÓN DOMINANTE DEL DERECHO ANTE LA DISFUNCIONALIDAD INSTITUCIONAL LEGAL

El *modelo mental* 2, característico de la concepción actual del derecho, limita su reflexión a las normas jurídicas entendidas en el mejor de los casos como enunciados lingüísticos. Ha perdido el contacto con la relación existente entre las normas jurídicas y la principal función del derecho consistente en participar en la inducción de cierta realidad social considerada deseable.

Todos los *modelos 1* derivados de dicho modelo adolecen de un punto ciego para percibir fenómenos tan importantes como:

1. Los textos legales no cambian la realidad automáticamente, no obstante su función constitutiva. Los textos legales pueden producir cambios cuando son incorporados como proposiciones lingüísticas (siempre sujetas a interpretación), *i. e.,* en tanto entidades mentales que adquieren su sentido dentro del sistema de creencias de los operadores jurídicos integrantes de las comunidades institucionales creadas por el derecho.

2. Dicha integración no opera por generación espontánea, ya que debe vencer la resiliencia de modelos mentales previos, lo que en términos cognitivos equivaldría a vencer la resistencia al cambio conceptual.
3. Nadie puede predecir con absoluta certeza el estado emergente de los procesos cognitivos auto-organizativos a partir de los modelos mentales de los operadores jurídicos. Las normas pueden ser integradas en sentido inverso al pretendido por la visión lineal. Por ejemplo, la creencia de estar desempeñando el rol de policía, generada por una norma, puede convertirse en la creencia de que se cuenta con una patente para poder realizar actos de corrupción como resultado de la definición co-dependiente de sistemas de creencias previos, o inducidos en la interacción institucional.
4. Los modelos mentales disfuncionales, de operadores corruptos o ineficientes, emergen de procesos subvenientes ocurridos a nivel del inconsciente adaptativo mediante aprendizaje vicario.
5. Dichos modelos emergen a partir de la interacción sincronizada entre los agentes del sistema de referencia, y son definidos de manera codependiente.
6. El tipo de sistema institucional legal emergente es codependientemente definido en un nivel sistémico más amplio, que comprende su interacción con muchas otras instituciones tanto formales como no formales; dentro de estas últimas, se encuentran las redes complejas de la sociedad civil.

PREGUNTAS ABIERTAS PARA EL PENSAMIENTO COMPLEJO EN EL DERECHO

Poner en contacto al derecho con el constructivismo jurídico institucional, en conjunción con el pensamiento complejo, abre muchas nuevas e inquietantes preguntas: ¿Es posible construir nuevos modelos de sociedades auto-organizativas que dejen atrás los modelos lineales, centralizados, verticales y cada vez menos legitimados y eficientes?, ¿será el pensamiento complejo el que prevalecerá una vez que el proceso de transición a un derecho globalizado constituya un nuevo sistema emergente?, ¿qué nuevos riesgos tendrá que enfrentar el derecho en un mundo de redes, donde el ciudadano depende cada vez más de su interacción con empresas sin ubicación territorial fija, y con contrapartes sin rostro?, ¿nos hemos detenido a pensar en el mal uso que se hace de la complejidad para la generación de nuevas formas de control difuso mediante redes de interacción anónima?

Los juristas del siglo XXI tenemos un gran reto: reconstruir nuestra forma de pensar desde un punto cero. No es posible enfrentar preguntas de un futuro aún no construido con modelos mentales de un pasado todavía vigente.

FUENTES CONSULTADAS

CÁCERES, E., *Constructivismo jurídico* y *metateoría del derecho*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 2007.

GARCÍA, R., *Sistemas complejos*, Barcelona, Gedisa, 2006.

HACKING, I., *Scientific Reason*, Taiwan, Institute for Advanced Studies in Humanities and Social Sciences, National Taiwan University, 2009.

KUHN, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1984.

SANDOVAL, A., *Teoría elemental para la administración de modelos organizativos* (tesis inédita de doctorado), Universidad Complutense de Madrid, 2010.
———, Teoría *elemental para la adquisición de modelos organizacionales,* 2010.
SEARLE, J., *Actos de habla,* Madrid, Cátedra, 1980.
VAN MERHIÉNBOER, J.J.G. et *al,* "Blueprints for Complex Learning: The 4C/ID-model", *Educational Technology, Research and Development,* vol. 50, num. 2, 2002, pp. 39-64.

Prolegómenos gnoseológicos a la ontología de la complejidad

Rodolfo Cortés del Moral*

La situación imperante: no existe hasta el día de hoy una noción única y unánime de complejidad, ni siquiera una definición genérica que compartieran todos los que dentro y fuera de la investigación científica de punta la estudian y promueven. La intención de este trabajo es efectuar una primera aproximación al discernimiento de los problemas y dilemas epistemológicos que enfrenta en su punto de partida la tentativa de una reflexión ontológica en el marco del pensamiento complejo. El primero de tales problemas estriba precisamente en la multiplicidad conceptual que impera en torno de la complejidad.

En principio, se impone la pregunta acerca del referente directo del término dentro de los contextos en que ha adquirido mayor relevancia. En el marco de la literatura teórica circulante, qué se entiende por complejidad: ¿Un grupo de teorías que proponen una explicación alternativa del origen y desarrollo de la vida, o una corriente multidisciplinaria que apunta a una transformación del conocimiento y la investigación en el conjunto de las ciencias naturales, o bien una clase emergente de modelos transdisciplinarios destinados al pro-

cesamiento, control y utilización de la información para diversas actividades y funciones; quizás algo más abarcante y comunicable, un nuevo modo de concebir la naturaleza, la realidad social y la propia conciencia (lo que propiamente equivaldría a una nueva mentalidad o cultura al nivel global)?

A esta lista habría que añadir la posibilidad de equiparar el concepto de pensamiento complejo con el de la filosofía en su acepción más técnica o disciplinaria —la discusión sobre la pertinencia o viabilidad de una ontología de la complejidad, y también la posibilidad de asumir a la complejidad como condición ontológica fundamental, se inscriben en esta alternativa.

Ahora bien, antes de arriesgar una respuesta puntual y dar curso a las réplicas correspondientes, es preciso examinar la pregunta misma y observar hasta qué punto podría partir inadvertidamente de premisas o supuestos que, justo por tratarse en este caso de algo emergente que parece implicar un cambio radical, deberían ser sometidos a una revisión previa. Sin duda la diversidad y la relativa discrecionalidad que privan en la utilización del término en cuestión se deben principalmente al hecho de que da nombre a una orientación teórica reciente, a una tendencia que a todas luces se encuentra en la etapa inicial de su despliegue (mismo que por otra parte ha sido notablemente acelerado); también es indudable que por las propias necesidades de la dinámica de la interlocución teórica —vale decir en lenguaje del segundo Wittgenstein, por los efectos propios del deslinde y consolidación de los juegos de lenguaje y de sus respectivas gramáticas— en los próximos años se llevarán a cabo ejercicios de clarificación y delimitación que permitirán poner orden al respecto. En razón de ello, hay que reconocer llanamente que por ahora el concepto de complejidad presenta una especie de halo de confusión y disparidad interna que justifica en alguna medida las

reservas y suspicacias que suscita dentro y fuera de la comunidad científica.

Sin embargo, más allá de circunstancias de esta clase, se impone la consideración de que tal vez la mencionada diversidad de significados no constituya necesariamente una característica deficitaria y transitoria por más inconvenientes que acarree en el marco de los criterios teóricos ortodoxos. En efecto, a la vista de las numerosas gradaciones, diversificaciones, vinculaciones transversales y realizaciones asimétricas concurrentes, que hoy por hoy registra el conocimiento científico (por no hablar de la experiencia social y cultural en su más dilatada extensión), resulta cada vez más plausible la posibilidad de que no sea un concepto único y omniabarcante el que se requiera para dar cuenta de la complejidad, sino que para ello sea preciso instaurar una *constelación* [1] de conceptos que mantengan entre sí ciertas concordancias básicas, ciertos referentes comunes que permitan identificar estructuras, comportamientos o causalidades coincidentes entre diversos tipos de procesos, pero que al mismo tiempo pongan de manifiesto configuraciones diferenciales y estados de cosas peculiares e intransferibles. Dicho de otra manera, es muy posible que, independientemente de las puntualizaciones analíticas y las adecuaciones terminológicas que puedan efectuarse en el futuro, se acabe por reconocer que no existe una sola forma de complejidad, una complejidad universal, homogénea e inalterable que a la postre desemboque en la expectativa de un orden determinista de segundo o tercer nivel, sino diversos tipos de complejidad que en función de contextos y fenómenos específicos se superponen en distintos grados, dando lugar a diversas configuraciones parcialmente convergentes y divergentes, como lo registra y asume a su manera la percepción ordinaria del mundo circundante.

En presencia de este apuntamiento tentativo, la interrogación que se planteó anteriormente adquiere un nuevo sesgo: es harto probable que no sea menester elegir entre las opciones sugeridas, y que más bien se deba arribar a la conclusión de que por complejidad haya que entender un espectro discursivo formado por todas ellas, y eso no por una suerte de imperativo de unificación, sino en virtud de los alcances y requerimientos netos (ontológicos, epistemológicos, éticos y sociales) que reviste el estudio de la complejidad, de manera que la verdadera relevancia de esta última se finca en el hecho de que *simultáneamente* es un conjunto de teorías biológicas, un nuevo tipo de investigación y conocimiento en las ciencias naturales, una tecnología informática emergente capaz de diseñar y vincular toda clase de sistemas, una nueva visión de la teoría y la práctica que apunta a transformar la conciencia individual y colectiva, etcétera.

En determinado momento podría hacerse evidente que el desarrollo de la complejidad en semejantes planos no deriva de una mera conjunción afortunada de hallazgos e iniciativas, sino que, antes bien, la complejidad merece ser asumida como una transformación del conocimiento y la cultura justamente en razón de que tiene incidencia objetiva en múltiples planos y procesos.

Finalmente, la consecuencia de fondo reviste implicaciones filosóficas que en la actualidad (más por la presión de los acontecimientos y descubrimientos extremos del último siglo que por la lucidez y el tino prospectivo de los filósofos) comienzan a cobrar relieves tangibles e inminentes. Al respecto, tenemos frente a nosotros una curiosa y reveladora inversión. Comenzamos preguntando por la clase de cosa que es la complejidad, dando por supuesto que debe corresponderle en principio alguna de las opciones propuestas; pero en la elucidación iniciada para la elaboración de la respuesta sale al paso la

evidencia de que la complejidad no sólo puede abarcar todas esas opciones y aun otras más, sino que de hecho entraña el desenvolvimiento concomitante y la articulación dinámica de las mismas. Por lo tanto, en lugar de dar una respuesta específica y definitiva, se hace necesario revisar el sentido y el sustento de la pregunta misma; más aún, se hace necesario reparar en los supuestos epistémicos de ésta y tomar distancia crítica frente a ellos: es la incuestionada exigencia de establecer un concepto único, universal, unívoco y puntual la que ahora debe ser sometida a escrutinio epistemológico, al hilo del cual bien puede ponerse de manifiesto que, de cara a las magnitudes y características emergentes del conocimiento actual, semejante exigencia no sólo ha dejado de ser imperativa e ineludible, sino que en situaciones cada vez más recurrentes se convierte en un auténtico obstáculo epistemológico en la acepción originaria del término.[3]

Por lo demás, aun haciendo abstracción de todo lo recién apuntado, no resultaría extraño el hecho de que sea precisamente la tematización de la complejidad el contexto en donde surge la necesidad de operar con un concepto explícitamente complejo, es decir, un concepto que para operar solventemente, para dar cuenta cabal de su referente (sin someter de antemano a éste a discriminaciones formales ajenas a su naturaleza y comportamiento real), ha de presentar contornos borrosos tanto en el plano de la intención como en el de la extensión, sin que ello represente un defecto o carencia de rigor, sino una característica positiva y manejable. La primera tarea que la complejidad impone actualmente a la filosofía consiste en el examen pormenorizado y multilateral (tanto al nivel lógico como al metodológico y epistemológico) de este

concepto, con la expectativa de calibrar la posibilidad de que la instauración de un concepto complejo no sea privativa de la propia complejidad, sino que más bien se trate de un requerimiento discursivo de amplio espectro; dicho de otro modo: la posibilidad de que los juegos de lenguaje del conocimiento actual, especialmente los teóricos y los metateóricos, impliquen de modo ineludible el uso creciente de nociones de esta clase no obstante la resistencia, la desaprobación o el desconcierto que ello pueda seguir provocando en las mentes de los adeptos crónicos a la lógica analítica. En apoyo a tal expectativa, cabe aludir a la circunstancia de que incluso en el marco de la vida cotidiana (cuya complejidad intensiva y extensiva sólo se puede minimizar mediante los mecanismos de simplificación y abstracción que en ella misma operan consuetudinariamente) tienen cabida nociones de esta índole; en aras de la eficacia comunicativa, la conciencia ordinaria hecha mano de términos borrosos en situaciones donde resulta indispensable aludir a opciones, relaciones o elementos relativamente indeterminados, situaciones en las que los nombres precisos y puntuales vienen a ser inadecuados, demasiado restrictivos. Este hecho permite sostener que, a su manera, sin acudir a evidencias científicas ni a deliberaciones filosóficas, el sentido común de nuestros días (y quizás el de épocas anteriores) es capaz de asimilar e incluso administrar de manera eficaz la complejidad del mundo de la vida.[3]

En cualquier caso, lo mismo en la esfera de la cotidianidad que en la de la ciencia y el pensamiento sistemático, es evidente que un concepto aislado no puede disponer de vigencia positiva, de manera que si en determinado contexto discursivo se impone la necesidad de poner en uso un concepto com-

piejo de complejidad, lo más probable es que ahí mismo ya se encuentren operando, aunque acaso inadvertidamente, otros conceptos de la misma naturaleza. Una parte relevante de la indagación lógica antes referida ha de consistir en la identificación de esos elencos de conceptos implícitamente complejos que, a pesar de las simplificaciones analíticas imperantes, se hallan en funciones. Este registro será importante en la medida en que, amén de dar noticia de un hecho significativo en sí, pone de manifiesto que el origen neto de la complejidad no remite en definitiva a una ocurrencia teórica de último momento ni tampoco a un descubrimiento estelar de la investigación científica disciplinaria, sino a un cambio progresivo y multicontextual, a una necesidad proliferante en la trama de las prácticas cognoscitivas y de la experiencia social contemporánea, que de modo impremeditado comenzó a incidir en el funcionamiento de diversos juegos de lenguaje —a su vez, un fenómeno semejante reviste sin duda implicaciones y relieves filosóficos muy dignos de atenta consideración: por lo pronto, el reconocimiento de que, si bien el sentido o los sentidos de todo comportamiento objetivo o subjetivo se generan y resuelven en el seno del lenguaje, este último no es enteramente transparente, no es una entidad enteramente convencional, neutra y traslúcida, ya que entraña desniveles, diferimientos, sedimentaciones, inercias, discriminaciones y superposiciones que a menudo se consuman sin que los usuarios del lenguaje se percaten de ello. Antes de que sea lícito afirmar que el lenguaje es un medio de comunicación entre las conciencias, se encuentra el hecho fundamental de que el lenguaje también conforma y delimita las conciencias, y en buena medida lo hace de forma inconsciente. Las repercusiones de tal preeminencia son tan profundas y recurrentes que a juicio de no pocos autores, encabezados por L. Wittgenstein, autor del *Tractatus logico-philosophicus,* la principal y acaso única tarea

propia y legítima de la filosofía estriba en analizar el funcionamiento del lenguaje con el fin de detectar los usos aberrantes que de continuo registra, lo cual constituye un testimonio inequívoco de su complejidad intrínseca.[4]

Lo expuesto en los párrafos anteriores proporciona antecedentes y elementos de juicio para el trazado de una primera línea de reflexión que, por la naturaleza de su problemática, tiene la virtud de concitar la atención de la mayoría de las corrientes filosóficas contemporáneas. Se trata de una reflexión en torno de las propiedades y efectos inaparentes del lenguaje; reflexión que se inicia en el terreno de la lógica y desemboca en el de la ontología. A partir de la ponderación de la complejidad inherente al propio concepto de complejidad, habrá de examinarse el hecho de que, aún bajo el dominio global del régimen analítico tradicional, conceptos de esta clase disponen de una presencia activa, e incluso imprescindible, tanto en el discurso ordinario como en el de las ciencias y actividades especializadas; ello por más que de cara a los criterios formales se trate de anomalías o de nociones mal formadas cuyo esclarecimiento se halla pendiente —después de todo, si la realidad es intrínsecamente compleja, como aquí se presume, de alguna manera el lenguaje ordinario y también la ciencia tradicional, no obstante su carácter reduccionista y simplificante, tuvieron que hacer frente a dicha complejidad; de alguna manera esta última debió filtrarse y resolverse, aunque fuese negativamente, en el lenguaje y en el conjunto de las prácticas discursivas de la modernidad clásica. En tal virtud, cabe suponer en principio la existencia (subrepticia, marginal, pero actuante) de nociones abiertas, borrosas, polisémicas, no lineales, equivalentes a conceptualizaciones complejas, de una

racionalidad regida por el canon o principio de simplicidad, como era el caso del pensamiento clásico moderno.

Por ultimo, en virtud de tal estado de cosas se hace pertinente, y a la postre ineludible, emprender una exploración sistemática de la configuración compleja del lenguaje como tal, del conjunto de sus formas y funciones; exploración que, además de otras consecuencias manifiestas o soterradas, tendrá implicaciones ontológicas radicales cuya naturaleza sólo hasta el siglo xx comenzó a comprenderse. Para dar una idea del sentido y los alcances de las cuestiones que han de salir al paso en dicha exploración antes de pasar a esbozar el tema de fondo, conviene resumir en un haz de enunciados generales la comprensión del lenguaje que desde hace más de un siglo se desarrolló en la filosofía contemporánea.[5]

Todo lo humano es lingüístico. Toda lucidez, toda experiencia, toda representación, teoría o sabiduría, así como también toda confusión, toda ficción o toda dominación es invariablemente de naturaleza lingüística, lo mismo que todo hacer, todo interactuar y todo modo de ser. Entre lo propiamente humano y el lenguaje no existe una relación o una retroalimentación, sino una inmanencia, una implicación directa e inextricable. Ser humano es un modo de ser tal que en cada caso entraña generación y recepción de signos —generación y recepción que, lejos de circunscribirse al campo y la actividad de la conciencia, aportan la condición de posibilidad y los

procesos primarios de la formación de ésta—, por lo cual la constante ontológica del ente humano es ser *interpretante* (interpretante-interpretado). Por lo tanto, es obvio (o debiera ser una obviedad) que lo humano no puede ir más allá del lenguaje, al tiempo que el lenguaje habla del hombre y sólo de él: cada vez que se dice o refiere algo en particular, se exhibe desde un ángulo igualmente particular el modo de ser que es lo humano... Sin embargo, no obstante la extraordinaria claridad que comporta el tránsito de una deliberación de carácter trascendente a una de carácter inmanente, el reconocimiento de semejante implicación no conduce a la solución sustancial de los problemas, incertidumbres e interrogantes primordiales de la existencia humana, como llegaron a suponerlo muchísimos filósofos adscritos a las diversas vertientes del giro lingüístico (sobre todo estructuralistas y post-estructuralistas en Francia; analíticos y neo-analíticos en Inglaterra y Estados Unidos), quienes, entre otras cosas, daban por descontado que gracias a la natural transparencia e inmediata accesibilidad del lenguaje el cúmulo de problemas y dilemas metafísicos pertinazmente ligados a la idea de hombre se esfumaría en el acto. Más bien ocurrió lo contrario. El lenguaje se tornó problemático; a medida que se convirtió en objeto estelar de indagaciones científicas y filosóficas de toda clase, se puso de manifiesto que consta de diversos planos, poderes y mecanismos que operan simultáneamente aunque se hallan vinculados con causalidades y procedencias (historicidades, valdría decir) por demás heterogéneas. En suma, colocado bajo la lente de la deliberación teórica contemporánea (con la suspicacia, el crudo realismo y la impiedad de que ésta es capaz), el lenguaje parece haber sufrido una grave mutación: dejó de ser ese medio dúctil y transparente que permitía expresar ideas y representaciones, para revelarse como una máquina de ficciones, ocultamientos y condicionamientos que interviene

activamente en la conformación de las conciencias y en la facturación de los saberes. Tras la diáfana superficie acotada por sus reglas y repertorios semánticos se descubren cada vez más oquedades y trasfondos de contornos borrosos e irregulares donde se manifiestan fuerzas, inercias y encadenamientos genéticos que traspasan los umbrales de la conciencia y que obligan a someter al lenguaje a cuestionamientos y revisiones críticas, comenzando con las referentes a su propia existencia como sistema unitario.[6]

Una vez acotado el tema del lenguaje, es oportuno señalar el punto en el cual la reflexión filosófica entra en contacto con la complejidad, el punto en el que la segunda se convierte en una cuestión insoslayable e impostergable para la primera, por más que gran parte de ésta persista en mantenerla a distancia para continuar militando en las filas de un lastrado humanismo anticienficista o contracientífico, que en última instancia se antoja muy similar al oscurantismo premoderno; o en su defecto, para sumarse a la causa de una bien promocionada visión constructivista, de la cual, en sentido filosófico estricto, sólo el nombre viene a ser aportativo, ya que el relativismo epistemológico que proclama, como si se tratara de un hallazgo sin precedentes, en realidad se conoce desde la antigüedad y a la sazón ha sido ensayado en todas las modalidades posibles.[7]

Ciertamente, como se infiere de lo anterior, el punto al que nos referimos es de naturaleza gnoseológica, atañe a la emergencia de una nueva cientificidad, a un nuevo modo de hacer ciencia y de incidencia del saber científico en la *praxis* social y en el pensamiento. Dicho de manera más indicativa: aunque la irrupción de la complejidad se redujera finalmente a la esfera de las ciencias naturales y no consistiera más que en un conjunto de teorías físicas y biológicas que en sí mismas carecieran de repercusiones ontológicas, éticas o lógicas, aun así el discurso filosófico tendría que emprender un examen suficientemente profundo y atento de tales teorías en la medida en que ellas parecen asumir premisas y lineamientos epistemológicos distintos de los que hasta hace pocas décadas eran defendidos por la ortodoxia y discutidos por la crítica. Algo semejante ocurriría si la complejidad se circunscribiera a la esfera de las matemáticas, la informática y la computación: también allí se hallaría en gestación una forma innovadora de producir conocimiento, frente a la cual la reflexión filosófica no podría permanecer indiferente si es que no está dispuesta a caer en la total obsolescencia.

Así pues, al margen de planteamientos contrafácticos y de eventuales casos extremos, no hay duda de que el descubrimiento y estudio sistemático de la complejidad en un número creciente de campos teóricos y prácticos, involucra un proceso de reconfiguración del conocimiento disponible y de la actividad científica, de su organización disciplinaria, de la vinculación que mantiene con la *praxis* social, de los niveles de interlocución e intercambio con los saberes y disciplinas no científicas

y, a la par de todo ello, una reestructuración de la cientificidad y de la lógica que subyace a la base de todas sus operaciones. A propósito de este último punto cabe dar por descontado —no sólo por analogía o extensión con el concepto de complejidad, sino como consecuencia inevitable de los aspectos recién mencionados— que el propio concepto de ciencia tendrá que tornarse complejo, ya sea a modo de paso inicial en el marco de una indagación epistemológica integral, o como corolario obligatorio de los múltiples acercamientos y análisis específicos. Por lo demás, tal complejización del concepto de ciencia no significa otra cosa que hacerse cargo reflexivamente, sin el amparo de abstracciones y simplificaciones canónicas (derivadas en esencia del pensamiento positivista decimonónico), de la diversidad de estrategias, recursos, orientaciones y expectativas que durante el último siglo ésta ha puesto en práctica; diversidad que no ha dejado de incrementarse a despecho del modelo universal del método científico.

Por más que las teorías de la ciencia consagradas continúen preconizando la idea y la noción de *la ciencia* y postulando una lógica de la investigación, como si se tratara de una fórmula omnímoda e imperecedera, lo cierto es que en los días que corren, y desde varias décadas atrás, la actividad científica comprende distintos tipos de observación y experimentación, distintos lenguajes, criterios, recursos y dispositivos instrumentales, esquemas y parámetros explicativos, así como distintos procedimientos de contrastación, valoración y sistematización. Y lo más sobresaliente de tal diversidad estriba en que a menudo, al hilo de la realización de proyectos de punta, esos elementos distintos se incorporan y alternan eficazmente, alcanzando así un rendimiento imprevisto por la metodología tradicional. Debería bastar un apuntamiento tan elemental e indiscutible como éste para que la filosofía de la ciencia registrara cambios radicales en casi todos los respectos, comenzan-

do con el relativo a esa fijación que induce a concebir a la ciencia como un procedimiento uniforme e invariable.

Por supuesto, es cierto que, debido al sentido vinculante de la complejidad en la redefinición del conocimiento científico, no quedará excluida por completo la noción de la ciencia; antes bien, de cara a numerosos propósitos y contextos, esta noción no sólo resultará aceptable o pertinente, sino hasta necesaria, incluso imprescindible, en concordancia con el hecho de que las diversas formas específicas de investigación mantienen una importante y recurrente interacción que impide su aislamiento, y sobre todo en razón de que para el análisis y la comprensión crítica de la sociedad y la cultura contemporáneas es preciso hacer referencia a la producción de saber científico como un fenómeno global emergente, fenómeno que, amén de otros efectos más sutiles pero igualmente determinantes, es uno de los principales responsables de la refuncionalización del poder gracias a su enlace orgánico con la tecnología.[8] Sin embargo, la necesidad de mantener una noción general de ciencia no debe actuar en detrimento de otras conceptualizaciones no menos necesarias, justamente aquellas en las cuales la investigación científica, y el diálogo multidisciplinario que genera, se traducen en programas, acciones, marcos de competencia e interlocución, y también en intereses que van más allá de las metodologías, categorizaciones y problematizaciones de la ciencia tradicional que de facto hacen valer nuevos criterios de cientificidad.

Es muy probable, y muy válido también, que al interior de la comunidad científica (o mejor dicho de las diversas comu-

nidades existentes) haya quienes reciban con declarada suspicacia los cambios radicales y las posibilidades inusitadas que comportan las nuevas vanguardias de la investigación, y que prefieran emplazar su trabajo propio en el paradigma tradicional.[9] Tienen derecho a ello, toda vez que en su calidad de especialistas pueden concentrar su atención en los términos y propósitos particulares de la subdisciplina a la que pertenecen sin participar en la discusión sobre las tendencias emergentes en el conjunto de la actividad científica. Pero el caso de los filósofos de la ciencia es de entrada muy distinto. En éste, el examen de los cambios y las rupturas (actuales y potenciales) que se verifiquen en todos los campos y niveles, desde los más locales hasta los más abarcantes, ha de constituir motivos de reflexión constante y abierta, no limitada a cuestiones lingüísticas o de representación formal ni a la pretensión de subsumir todo el conocimiento en un sistema normativo; una reflexión que por cierto debe visualizar el despliegue de la ciencia con independencia de los criterios, intereses y creencias de los propios científicos, habida cuenta de que, a diferencia de la ciencia moderna (que en términos generales se mantuvo como una institución de alta cultura, como una actividad de elite, en principio sólo accesible a sus practicantes y al hombre ilustrado), la contemporánea constituye una macroempresa que tanto por sus insumos como por sus consecuencias teóricas y prácticas dispone de máxima prioridad en relación con la realidad social; es, pues, una actividad multifactorial que sobrepasa la idea que los científicos pueden

tener de ella.[10] En virtud de tal situación irreductible cabría esperar que fuese en el seno de este campo filosófico donde se iniciara la elucidación de un concepto complejo de ciencia, es decir, el discernimiento de una constelación conceptual integrada por diversas nociones de ciencia epistemológicamente diferenciadas, pero dinámicamente articuladas, de acuerdo con los desarrollos efectivos de la investigación actual. Con todo, semejante expectativa todavía se halla muy lejos de tener incidencia real en las escuelas y corrientes prevalecientes en este dominio. Por más que los filósofos de la ciencia se vean obligados a reconocer de antemano la diversidad creciente que experimentan la investigación y sus productos en todos los aspectos (metodológicos, lingüísticos, instrumentales, organizativos, etcétera), y por mucho que admitan de buena gana que el conocimiento actual no puede ceñirse a los esquemas y parámetros monoparadigmáticos de la ciencia clásica, hasta la fecha no dejan de colocar sus análisis y razonamientos principales bajo la égida de la idea de *la* ciencia, con su innegociable imperativo de univocidad epistemológica y universalismo metodológico, requisitos que dieron forma y espe-

cificidad al canon de la ciencia determinista que a lo largo de la modernidad se propuso dar cuenta del mundo natural (y en el límite también del social) mediante un sistema omniabarcante e inmutable de ecuaciones lineales.

Más allá de esa extraña persistencia registrada en el ámbito de la filosofía de la ciencia, pocas y débiles dudas pueden mantenerse en pie acerca de que, merced tanto a la naturaleza como a la magnitud de los descubrimientos e innovaciones de las últimas décadas, en el presente se halla en marcha una transformación de fondo que no sólo afecta al conjunto de conocimientos disponibles (que, como queda dicho, debido a los relieves cualitativos y cuantitativos que han alcanzado, han rebasado la organización disciplinaria tradicional), sino también y sobre todo a la propia producción del conocimiento, es decir, al modo de hacer ciencia. Sin embargo, es por demás importante advertir que, habida cuenta de que se orienta primordialmente hacia el despliegue de la complejidad, tal transformación no tiene que redundar en la desaparición o en el abandono radical del orden disciplinario aludido ni del acelerado proceso de especialización creciente que se desarrolla en su interior, así como tampoco habrá de ser proscrito el empleo de los procedimientos y de los recursos del enfoque analítico, sólo tendrá que ser suprimido (tanto de los criterios y operaciones de la investigación como de las mentes de los investigadores) su carácter excluyente, dogmático e incondicionado —evidentemente, cualesquiera que sean los dilemas y las situaciones inopinables que puedan surgir, la transformación epistémica de la que somos testigos no habrá de resumirse en el mero reemplazo del enfoque analítico por el sintético.

Para entender lo anterior existe un doble motivo que conviene tener presente de cara al futuro previsible. En primer lugar, la especialización creciente de la actividad científica, no obstante los numerosos problemas y contra-efectos que suele

acarrear, constituye una tendencia irrefrenable de cuya práctica han dependido en gran medida los logros y el desarrollo intensivo de la ciencia contemporánea en el ámbito de la teoría y en el de la experimentación, a causa de lo cual no se vislumbra un eventual repliegue de esta tendencia. En segundo lugar, tanto en el caso que nos ocupa como en otros muchos aspectos, resulta necesario en todo momento tener en cuenta (en un sentido no trivial) el carácter vinculante e incluyente de la complejidad, que rivaliza con los procedimientos excluyentes, disyuntivos y liquidacionistas que dentro y fuera de la ciencia suelen emplear el saber y el actuar ordinarios. La configuración compleja del conocimiento no equivale a la sustitución del saber especializado por un saber invariablemente holístico y presuntamente omniabarcante, sino a una articulación multilateral de tipos de información, lenguajes, modelos, trabajo experimental e interlocución teórica capaces de suministrar productos relevantes a todos los niveles, de suerte que la organización resultante habrá de exhibir conocimientos, parámetros y elaboraciones teóricas de diversos tipos, a saber: intradisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios, sin que entre los mismos impere una jerarquía preestablecida o un centro invariable.

Para visualizar una configuración de esta índole no es necesario contar con una intuición futurista excepcional; basta con tomar nota de las situaciones problemáticas y de las tendencias recurrentes que se registran en casi todos los escenarios del quehacer científico actual. A mediano plazo tal configuración conducirá a una nueva conformación de la comunidad científica y, por extensión, a una nueva dinámica en la educación, en la recepción social del conocimiento y en la cultura. Todo ello, a no dudarlo, comportará el surgimiento de anomalías, problemas sistémicos y estados de cosas que por ahora resultan inimaginables, lo cual da ocasión a dejar establecido, por si

fuera menester, que el advenimiento de la complejidad en el conocimiento y la práctica social no equivale por sí mismo a la instauración de un mundo más diáfano, más justo o menos opresivo; sólo abre la posibilidad de una conciencia y una *praxis* mejor pertrechadas para enfrentar las calamidades endémicas de la realidad social.

Hemos venido aludiendo a los cambios estructurales que se perfilan en el porvenir cercano del trabajo científico y sus productos por obra de la creciente incidencia de la complejidad. La comprensión del fenómeno en conjunto debe partir de la persuasión de que esta última no se reduce a la condición de *objeto de conocimiento-*, aun en los casos elementales en que parece ajustarse a ese papel específico, sus insoslayables implicaciones acaban por revelar que se trata de un objeto cuyos comportamientos y tejidos relacionales trastocan tarde o temprano los marcos y parámetros de la objetividad del conocimiento tradicional, y generan la posibilidad (la cual a la postre se transforma en necesidad) de reconsiderar el conjunto de la actividad cognoscitiva en la dirección recién apuntada. Y es precisamente en punto a dichos cambios y reorientaciones que la intervención de la filosofía se torna oportuna y hasta indispensable, no sólo en relación con la obligatoria labor de esclarecimiento lógico y epistemológico de las consecuencias derivadas de los cambios mencionados, sino también, y de manera más imperiosa, a propósito de los resultados de fondo que arroja el estudio integral de la complejidad sobre la constitución, el entramado causal y la configuración general de la realidad como tal, es decir, en relación con las conclusiones ontológicas a las que se encaminan las ciencias de la complejidad —vale advertir: tanto en relación con el contenido y el significado de tales conclusiones como con la modalidad peculiar que éstas han de asumir, así como con la serie de premisas

y expectativas metafísicas implícitas que las mismas tendrán que remover en el marco del discurso filosófico establecido.

La presente exposición finalizará ofreciendo algunas elucidaciones y acotaciones preliminares acerca de los alcances ontológicos del estudio de la complejidad, a la luz de los cuales se hará palpable uno de los sentidos principales en que la cientificidad emergente se aparta de las demarcaciones y proscripciones del modelo analítico-positivista cuyas nomenclaturas institucionales siguen en pie. Pero antes de eso estimamos indispensable detenernos a considerar la significación que entraña el hecho de que sea en el seno de la ciencia natural donde (al estilo del antiguo pensamiento griego, especialmente de los filósofos presocráticos) se establezca el nuevo emplazamiento de la reflexión ontológica; ello a despecho del persistente diálogo de sordos que durante más de dos siglos ha hecho que, con buena o mala fe, los científicos se nieguen a participar en esa reflexión con el argumento de que los problemas ontológicos son de carácter metateórico y corresponden a la metafísica, al mismo tiempo que la soberbia y pedantería de los filósofos los han inducido a presuponer que, efectivamente, la profundidad de los problemas ontológicos demanda un nivel de reflexión que trasciende los lenguajes y referentes de la ciencia natural —idea que a la sazón, amén de infértil y siempre discutible, ha terminado convirtiéndose en fuente de provincianismo filosófico, de un nuevo provincianismo disciplinario, por si alguno le faltara al expediente de la filosofía contemporánea.

El hecho de que los descubrimientos y las transformaciones teóricas que han tenido verificativo en la física, la biología y las matemáticas se conviertan en una nueva coyuntura para la revisión y relanzamiento del discurso ontológico, involucra diversos antecedentes, significados y consecuencias. Los que se mencionan en seguida son solamente algunos de ellos.

En primer término, según lo recién señalado, el surgimiento de dicha coyuntura equivale al surgimiento de la posibilidad de liberar a la reflexión ontológica de las mutilaciones temáticas y las limitaciones categoriales que por más de siglo y medio (por decir lo menos) prevalecieron merced a la mentalidad positivista que gravitó (en diferentes grados y con destacadas excepciones) sobre la comunidad científica, y a la visión antropocéntrica que con diversos acentos y cometidos se impuso entre las concepciones idealistas, fenomenológicas y existencialistas, que fueron las que mayoritariamente se abocaron al tratamiento sistemático de la cuestión.

No se trata en el actual contexto de descalificar en bloque los motivos que decidieron el giro de ambas vertientes ni de desestimar las obras y aportaciones que lograron en su momento. Tampoco se trata de festejar con excesivo entusiasmo la reincorporación de la ciencia natural al terreno del pensamiento ontológico, como si ello por sí mismo representara la solución del problema. Ciertamente no es el caso en absoluto, pero sí lo es el hecho de que a estas alturas resulta evidente el agotamiento y la insolvencia de las corrientes aludidas para impulsar un marco de indagación ontológica que se encuentre a la altura de los eventos, procesos y saberes que determinan al mundo actual.

En segundo lugar, el desarrollo de la reflexión ontológica, a partir del hallazgo de la complejidad en las ciencias naturales, no puede no provocar un efecto de recomposición global en los dominios discursivos aquí referidos; es decir, no puede no suscitar una modificación sustancial de los vínculos y demarcaciones existentes entre la ciencia y la filosofía, o más directamente en la ya por demás obsoleta oposición y descalificación recíproca entre ambas disciplinas que hasta la fecha subsiste en algunos círculos. Ello, por supuesto, no debe llevar a pensar en la restauración del viejo ideal de un *corpus*

único y omniabarcante. Lejos de eso, brinda de entrada la ocasión para advertir la diferencia esencial que media entre dichos dominios, diferencia que bien mirada asegura la relación y el apoyo mutuo entre éstos, a saber: mientras que la ciencia es una actividad cognoscitiva sistemática que genera conocimiento en sentido estricto, la filosofía constituye una actividad reflexiva y crítica que desarrolla a fondo la posibilidad de comprender el mundo, la condición humana y el propio conocimiento. Esta diferencia vinculante entre conocer y pensar fue cabalmente establecida por Kant hace más de 200 años,[11] y curiosamente, ahora más que entonces, su observancia viene a ser indispensable para erradicar en lo sucesivo las confusiones voluntarias e involuntarias, así como las concepciones orgullosa y fatuamente unilaterales, que se han acumulado a lo largo del tiempo.

Con todo, también en este respecto el discernimiento de la complejidad exige la remoción o por lo menos el reajuste de las divisiones disciplinarias establecidas, pues si bien es preciso no confundir o suplantar el conocer con el pensar y viceversa, hoy como nunca resulta apremiante en extremo entender que el conocimiento, tanto por lo que toca a su producción como a su aplicación, exige la intervención activa del pensamiento, y otro tanto ocurre a la inversa.[12] De hecho, basta con un escrutinio moderadamente cuidadoso de las teorías físicas y biológicas emergentes para caer en la cuenta de que en sí mismas, éstas comportan tesis, postulados y consecuencias

ontológicas que a cada paso se tornan más eminentes y relevantes, justo en la medida en que vienen a rebasar y desmentir los esquemas de las concepciones tradicionales de la realidad. Para ilustrar de manera contundente esta implicación es suficiente con hacer referencia al hecho de que una de las cuestiones que confirieron notoriedad definitiva al despliegue de la complejidad fue ni más ni menos la relativa al origen de la vida que, en la perspectiva abierta por los trabajos de S. Kauffman, exige la postulación de una cuarta ley de la termodinámica.[13] Difícilmente se podría ignorar o desestimar la importancia que desde cualquier punto de vista tiene dicha cuestión para la reflexión ontológica.

A mayor abundamiento, en todo momento el conocimiento de la naturaleza ha implicado un pensamiento y una visión reflexiva sobre la realidad natural —y por derivación o relación diferencial, sobre el orden o ausencia de orden en que descansa el curso de la realidad social—, muy a pesar de que durante los dos últimos siglos los científicos hayan optado por eludir su desarrollo y consagrarse al plano fenoménico de sus objetos de estudio con el fin de evitar todo posible contacto con la especulación metafísica. En cualquier caso, lo mismo en este campo que en cualquier otro ámbito de conocimiento e investigación, existe un plano de reflexión en el que de manera explícita o implícita cobran relieve las determinaciones ontológicas de aquello que se intenta conocer.

En razón de lo anterior, la pregunta relativa a si el despliegue de la complejidad en las ciencias naturales debe desembocar en una indagación ontológica no tiene que ser contestada afirmativamente a modo de una posibilidad que eventualmente

puede aprovecharse, sino a título de paso necesario y crucial, toda vez que, más allá de sus aplicaciones positivas y negativas, la finalidad última del quehacer científico sigue siendo la profundización y el enriquecimiento de nuestra comprensión del mundo.

Así pues, es lícito arribar a la conclusión de que es precisamente en el plano de la reflexión ontológica donde la ciencia y la filosofía se hallan en condiciones de restablecer una relación fecunda e innovadora gracias al despliegue de la complejidad. La multicausalidad, el comportamiento implicante y el entramado holístico que entraña esta última han de conseguir que dicha relación no se vea trastornada una vez más por los reduccionismos (tanto los viejos como los de reciente aparición), las extrapolaciones, las discriminaciones dogmáticas y los diálogos de sordos que durante tanto tiempo han ocasionado la desarticulación del conocimiento científico y el pensamiento filosófico. Por lo demás, sin apelar a ninguna suerte de optimismo abstracto, cabe añadir que aun en ausencia de estos lineamientos y previsiones sobre la vinculación de estos campos disciplinarios, incluso al margen de las repercusiones que la complejidad pueda suscitar al interior del discurso filosófico institucionalmente establecido como tal, el desenvolvimiento de la investigación de la complejidad en el seno de las ciencias naturales no puede no dar lugar a descubrimientos y replanteamientos ontológicos, con o sin la anuencia de los científicos y los filósofos.

Ante todo, a efecto de no entorpecer desde el comienzo esta línea de discernimiento con viejas dicotomías recicladas ni con sedicentes ajustes de cuentas antimetafísicos, que a la postre resultan ser tan insolventes como aquello que pretenden superar; es conveniente dejar establecido de una vez por todas que las conclusiones y los hallazgos de carácter ontológico que se obtengan con el estudio de la complejidad en las

ciencias deben tomar distancia crítica frente a dos posiciones contrarias pero igualmente inoperantes a la sazón (ello a pesar de que, por razones difíciles de apreciar, en el discurso filosófico académico continúan gozando de crédito suficiente como para ocupar un sitio prominente en los congresos y en la literatura circulante): por un lado, el objetivismo dogmático o realismo ingenuo, que a contracorriente de las refutaciones acumuladas persiste en suponer que el conocimiento es verdadero si, y sólo si, coincide de modo inequívoco y puntual con los fenómenos y entidades que conforman la realidad, sin hacerse cargo del hecho de que semejante coincidencia es en principio impracticable, porque el conocimiento es una actividad que necesariamente modifica todo aquello a lo que se aplica, de manera que la expectativa de que llegue a revelar la realidad pura e incondicionada viene a ser una quimera que no tiene cabida en el marco de la ciencia contemporánea. Por otro lado, la concepción alternativa capitaliza dicha imposibilidad en favor de un amplio menú de formulaciones relativistas y subjetivistas que a estas alturas no debieran suscitar tanta resonancia en los círculos intelectuales de vanguardia toda vez que, como se apuntó anteriormente, constituyen en esencia una corriente de pensamiento filosóficamente agotada e incluso sobre-explotada desde las postrimerías de la modernidad. Como quiera que sea, bajo la denominación de construccionismo, esta corriente ha vuelto a cobrar notoriedad en los recientes años, no sólo en los círculos humanistas o entre los críticos del positivismo, sino también en muy diversos contextos científicos, especialmente en aquellos que acusan mayor propensión a las iniciativas inter y transdisciplinarias.[14]

Es verdad que en el terreno de la ciencia y en la comunidad científica ha imperado desde siempre una mentalidad objetivista que debe ser superada a la luz de los resultados de fondo alcanzados por la ciencia contemporánea, y que en esa medida resulta necesario instaurar una concepción distinta, más abierta y abarcante, que contemple el papel activo que adquiere el factor subjetivo (o mejor dicho, intersubjetivo) en el desarrollo del conocimiento. Más aún, es obligatorio admitir sin regateos que todo conocimiento, hasta el más riguroso y mejor respaldado por los procedimientos lógicos y experimentales más confiables, es una construcción *social,* al igual que todo aquello que al nivel de la teoría o de la práctica entra en contacto con el ente humano. De hecho, por lo que se refiere al horizonte de la filosofía moderna (por no remontarnos hasta el pensamiento antiguo), tal determinación quedó establecida de manera explícita desde la primera obra del sistema crítico de Kant,[15] por lo que dista mucho de ser una revelación de última hora; antes bien, en el presente, dentro y fuera de la filosofía debería figurar como una condición primaria sobreentendida que sólo en punto a variaciones contextúales o a efectos suplementarios merecería convertirse en tema de investigación y sobre todo en motivo de acotaciones novedosas. Pero el problema principal que comportan las actuales concepciones constructivistas estriba en que, ya sea a manera de implicación insinuada o de conclusión enfáticamente enunciada, la referida determinación aparece como causa inexorable de un subjetivismo o un relativismo crónico que condena al conocimiento a no ser más que una proyección discursiva del ente humano. El argumento básico de dichas concepciones se encuentra al alcance de la mano y parece convincente en principio: si en

cualquiera de sus formas el conocimiento es una construcción social, o lo que es lo mismo, si los ingredientes, instrumentos y operaciones que lo hacen posible son aportados por los seres humanos, entonces en él se manifiesta la peculiaridad de la actividad (o si se quiere de la creatividad) y de las necesidades humanas, más que la naturaleza y las propiedades del mundo físico. En una palabra, la objetividad del conocimiento es producto y expresión de la práctica social.

Ninguna de las afirmaciones anteriores es falsa o discutible en sí misma, pero ciertamente las conclusiones que suelen extraerse de ellas sí lo son. Nadie puede negar o subestimar el hecho de que todo conocimiento es producto de la actividad humana y se circunscribe sin excepción a las capacidades y finalidades de los sujetos. Pero se da el caso, igualmente incuestionable, de que tales capacidades y finalidades no surgen por generación espontánea. Por más que nos llene de orgullo su posesión y que no nos cansemos de ensalzarla, la subjetividad humana no proviene de la nada ni extrae de ésta sus contenidos y creaciones; ni siquiera la imaginación en general o la misma creación artística (nicho privilegiado de la subjetividad) disponen de semejante potestad. Hoy por hoy, cuando un cúmulo ascendente de evidencias científicas y extracientíficas no permite duda alguna acerca de que todo aspecto o estado de cosas relativo al ente humano es multicausal y hasta multi-histórico —consecuencia de la continua fusión y bifurcación de numerosas historias—, resulta infantil y obsoleto continuar con la pretensión de otorgar a la subjetividad una filiación cuasi-divina, un *estatus* singular, superior al de los entes terrenales o meramente naturales, que le autoriza a aparecer ante sí misma como una fuerza incondicionada, dotada de una creatividad intrínseca e inagotable que, con o sin la anuencia de Dios, la lleva a erigirse en artífice del mundo y de su propio destino. Si en épocas más propensas al romanti-

cismo y al fervor religioso tal auto sublimación pudo ser sostenible, en los días que corren resulta francamente ridicula y falaz a todas luces. Hoy se sabe que la formación y la productividad (así como las patologías) de la subjetividad obedecen a factores, situaciones y redes causales perfectamente objetivas. En rigor, ni al nivel individual ni al nivel colectivo tiene verificativo alguna experiencia o reacción subjetiva que no remita a un estado de cosas objetivo.

Una vez asumido sin reticencias lo antedicho, se impone añadir que, si bien el conocimiento es una construcción social, tal construcción sólo se mantiene en pie a condición de que se ajuste a las condiciones y los procesos materiales imperantes, en el entendido de que dicho ajuste ha de cumplirse al margen de las disposiciones de los constructores. En resumen, se puede afirmar categóricamente que el conocimiento es una construcción social, que los criterios de objetividad, los contenidos y los fines de la misma son también de origen social, siempre y cuando no se soslaye el hecho de que el ser y la *praxis* sociales no se inventan a sí mismos ni discurren según su antojo o su libre creatividad, sino de acuerdo con necesidades, posibilidades y condiciones reales no decididas (a menudo ni siquiera previstas o imaginadas) por los agentes sociales. Asimismo, se puede declarar sin matices ni atenuantes que todo conocimiento es una interpretación, habida cuenta de que los ingredientes gnoseológicos primarios, al igual que los lenguajes, los instrumentos, y aun la delimitación de los objetos o referentes, son elegidos y suministrados por la subjetividad humana —o por lo menos todos ellos pasan por ésta—. En este sentido es lícito colocar la ciencia más rigurosa al lado del género poético más estrafalario: en ambos casos se puede contemplar el fruto de una interpretación, bajo la advertencia de que todo aquello que proviene de la mente humana o que supone la intervención de ésta constituye en última ins-

tancia una interpretación —el ente humano es en sí y para sí un ser interpretante—. Lo esencial consiste en entender que esta característica insuperable es de índole antropológica (no epistemológica) y se extiende a toda clase de experiencia o relación que el ser humano entable con lo que le rodea, incluso consigo mismo; tan pronto como queda asumida con entera cabalidad y congruencia, es posible identificar con suficiente claridad las posibilidades y límites del conocimiento, comenzando por la constatación de que, en efecto, este último es en todos los casos una actividad subjetiva (en rigor, intersubjetiva), y que la objetividad ciertamente no es algo que se localice en el objeto —ya que éste mismo es resultado terminal de la actividad cognoscitiva—, sino que es una propiedad que adquiere el conocimiento en atención a la unidad particular que llegan a entablar su contenido, su forma y el procedimiento efectuado para la obtención de ambos. Acto seguido, viene al caso reiterar que la subjetividad en modo alguno representa un reino extranatural, sino que su origen y desenvolvimiento se deben a un denso y dilatado entramado histórico de procesos objetivos que ñja en cada coyuntura sus alcances y formas específicas. Por lo tanto, la objetividad del conocimiento se enmarca en la subjetividad, al tiempo que la propia subjetividad se produce al ras de procesos y estados de cosas objetivos. De esta suerte, se accede a un corolario que debe fungir como premisa imprescindible de cualquier formulación ontológica, epistemológica o axiológica subsecuente: todo comportamiento humano es a la vez objetivo y subjetivo;[16] objetividad y subjetividad no son dos tipos de sustancias que eventualmente se relacionen, ni dos tipos de realidad que existan por separado, que se ex-

cluyan mutuamente o que tiendan a subordinarse entre sí cuando entran en contacto. Lejos de todo eso, son dos aspectos concomitantes e inescindibles del acaecer humano, de suerte que la ausencia de uno equivale a la imposibilidad del otro.

La tesis de que el conocimiento es una construcción social resulta legítima cuando apunta a desmentir la presunción de una objetividad absoluta, es decir, inalterable, independiente y preexistente respecto del proceso del conocimiento (propia del viejo realismo precrítico); pero yerra tantas veces como se encamine a la reivindicación unilateral de la subjetividad humana, sugiriendo en mayor o menor medida que ésta es de una creatividad inagotable e incondicionada que le permite decidir la forma y el comportamiento de sus objetos, con lo cual quedaría refutada la idea de que el conocimiento deriva de un proceso mecánico, determinista y unívoco. Lo cierto es que para demostrar esto último no se necesita sustituir la absolutización de la objetividad por la absolutización de la subjetividad. La actividad cognoscitiva, como todo otro proceso complejo, está lejos de ser lineal y meramente progresiva, muchos de sus logros y reorientaciones principales se han debido a programas de investigación, elaboraciones teóricas y transformaciones epistémicas emergentes (valdría decir, a atractores extraños de carácter histórico), mismos que entrañan cambios más o menos sustanciales al nivel de la objetividad y la subjetividad operantes —si es que todavía es válido emplear estos términos en singular, pues, justamente al hilo del desarrollo de la complejidad, se hace cada vez más evidente que en la mayoría de las empresas humanas, sobre todo de las actuales, se hallan en juego diversas objetividades y subjetividades, de suerte que podría arriesgarse la hipótesis de que existe una proporción directa entre tal diversidad y el grado de evolución social; ello sin traer a cuento la consideración general de que

cada cultura o civilización se caracteriza por las formas de objetividad y subjetividad que determinan la singularidad de sus obras y formas de vida, y que el horizonte histórico actual, en el que la mundialización se perfila como la tendencia dominante, bien puede convertirse en el escenario de eventos y estados de cosas sin precedentes, justo en virtud de que en él proliferan contextos donde es factible la fusión de las formas más heterogéneas de objetividad y subjetividad, así como la aparición de otras nuevas cuyas manifestaciones resulten por completo inconmensurables para las preexistentes, o bien que, por mecanismos similares a los de la evolución filogenética, sean capaces de generar modos de interacción y convivencia desconocidos hasta ahora. De cualquier manera, cabe suponer que el desarrollo de un estudio reflexivo (es decir, no sólo descriptivo) de la realidad social, basado en la dinámica de los términos que nos ocupan, puede arrojar luz sobre fenómenos del mundo contemporáneo que aparentemente resultan extraños e inexplicables.

Por lo demás, basta con aceptar sin manejos reduccionistas la implicación o unidad dialéctica[17] que existe entre la ob-

jetividad y la subjetividad en el seno del proceso del conocimiento, para caer en la cuenta de que la tesis nietzscheana según la cual no hay hechos sino sólo interpretaciones viene a ser inocua y perfectamente asimilable para el pensamiento complejo. Esta tesis, que a golpe de vista parece la expresión más terrible del agnosticismo (y que por lo mismo se ha convertido en uno de los artículos más explotados del menú narrativo posmoderno), bien podría constituir una invectiva o amenaza real para la posibilidad del conocimiento en el marco de la *episteme* moderna, la cual sometió a las ciencias naturales a un criterio realista durante la mayor parte de su desarrollo; pero en la actualidad, tras las numerosas revoluciones teóricas y prácticas registradas en el curso del siglo xx, sólo puede suscitar ese efecto si se la emplea con deliberada intención iconoclasta ante un público incauto. Bien entendida, la tesis en cuestión no hace más que consignar de manera sumaria la consecuencia epistemológica que durante más de un siglo de reflexión crítica salió a relucir continuamente: dado que entre la mente humana y el mundo no existe una identidad inmediata ni una relación mecánica o empática, sino una interacción compleja mediante la cual se transforman recíprocamente a través de la historia, el conocimiento (cualquiera que sea su forma y contenido) constituye en cada caso una lectura de los estados de cosas del mundo por parte de una intersubjetividad específica. No existe teoría, intuición, experimento o representación que no sea en sí una interpretación; asimismo, no hay interpretación que no obedezca a intereses e intencionalidades particulares, sean concientes o inconscientes —ello, cabe reiterar, en razón de la condición humana tanto por su carácter activo y cambiante como por su inapelable finitud, los cuales le impiden alcanzar una absoluta aprehensión o identificación con algún referente o consigo misma.

Pero nada de ello impide que existan buenas y malas interpretaciones, interpretaciones; pertinentes, altamente compatibles con ciertos parámetros decididos de antemano, e interpretaciones fallidas o escasamente compatibles con el marco epistémico vigente (lo cual no cancela la posibilidad de que resulten pertinentes o que incluso adquieran valor paradigmático dentro de otros marcos). La acelerada proliferación de lenguajes de toda clase que se verifica en la cultura actual, incrementa cuantitativa y cualitativamente el despliegue de las interpretaciones al grado de que ya en el presente se pueden señalar campos de información y áreas de intercambio social que se hallan sometidos al fenómeno de saturación, a causa del cual la información se convierte en ruido y se anula la posibilidad del conocimiento. Sin embargo, de nueva cuenta, semejante situación solamente representa una complicación adicional para la problemática aquí abordada. En principio, lo esencial consiste en no perder de vista la posibilidad real y efectiva del conocimiento por obra de visiones presuntamente hiper-vanguardistas que a la postre resultan ser ultra-conservadoras: el hecho de que el ente humano sólo tenga acceso a interpretaciones no significa que el conocimiento sea una ficción; si hay interpretaciones fallidas, también hay interpretaciones atinadas, es decir, verdaderas en el sentido en que esta noción es aplicable a la experiencia humana. A estas alturas debería ser evidente que toda posición agnóstica o nihilista que surja en este respecto se basa en la idea de que la interpretación es por definición equivalente a saber aparente o no verdadero, y que dicha idea apela de modo implícito pero categórico a la suposición de que la auténtica verdad debe ser absoluta, inalterable e incondicionada. Pero tal suposición sólo podía tener cabida en la vieja metafísica; actualmente no es más que un anacronismo indefendible, salvo a título de paliativo sicológico.

Toda esta discusión podría quedar allanada casi desde su arranque si se comenzara por tomar con seriedad y rigor uno de los esclarecimientos fundamentales logrados por los iniciadores de la filosofía moderna, con el cual esta última consiguió ir más allá del pensamiento medieval, a saber, que el conocimiento constituye una actividad estrictamente humana, condicionada por las capacidades y necesidades del ente humano. Una vez adoptada esta premisa no debe costar trabajo comprender que la verdad, definida como atributo o contenido posible del conocimiento, en ningún caso puede ser absoluta o independiente de las condiciones estructurales de este último, o sea de la configuración específica de la objetividad y la subjetividad que en cada contexto histórico-social determina sus posibilidades y fronteras. De esta suerte, la afirmación de que todo el conocimiento consiste en un cúmulo de interpretaciones da lugar a dos constataciones de distinta índole pero atinentes por igual al tema: la primera estriba en que la verdad es algo que surge al ras del desenvolvimiento polémico de las interpretaciones, es algo inmanente (no trascendente) a la actividad interpretante de los seres humanos; la segunda, consecuencia de la anterior, consiste en que quienes enarbolan consignas escépticas, agnósticas o nihilistas, a la vista de que el conocimiento en su totalidad es una actividad interpretante, son fieles partidarios (a menudo sin saberlo) de la concepción medieval y teológica de la verdad, según la cual ésta ciertamente se erige en una entidad absoluta, independiente y anterior a la *praxis* humana. Desde luego, nada impide que por motivos sicológicos, religiosos o ideológicos semejante concepción sea adoptada y defendida hasta la fecha, pero en tal caso se trata de otra problemática y de otro terreno discursivo, de los cuales la ciencia y la filosofía no pueden hacerse cargo, a no ser como objeto de estudio o de diagnóstico. Sin embargo, las corrientes nihilistas y subjetivistas que están de moda creen estar en la vanguardia, se

precian de haber dejado atrás los dogmas y limitaciones del pensamiento moderno. Esta curiosa confusión ofrece una prueba más de que en el radicalismo extremo (tan ensayado y sobreactuado durante las últimas décadas) los opuestos se identifican, las fórmulas posmodernas concuerdan con las doctrinas premodernas, y se revelan como expresiones alternativas del mismo callejón sin salida.

Queda claro, pues, que las concepciones relativistas o agnosticistas del conocimiento implican una ratificación de la concepción absolutista de la verdad, y que las posiciones subjetivistas no corrigen sino secundan la unilateralidad e insolvencia del objetivismo. En consecuencia, los planteamientos de carácter constructivista deberán hacerse cargo expresamente, sin recurrir a atajos simplificantes ni caer en sublimaciones antropocentristas, del desarrollo de una epistemología compleja —dentro de la cual, según lo expuesto, la objetividad y la subjetividad no figuran como dos tipos contrapuestos de conocimiento, sino como dos componentes dinámicos e implicantes de todo proceso cognoscitivo humano—, de manera que puedan suscribir las siguientes líneas de P.L. Luisi, un científico admirable a quien el estudio de la complejidad en el ámbito de la biología le permitió alcanzar una comprensión filosófica del conocimiento realmente consistente y acorde con la ciencia actual:

> El punto de partida es la consideración de que la cognición es un concepto estratificado, esto es, hay diferentes niveles jerárquicos de cognición, dependiendo de la complejidad del organismo vivo. Hay cognición al nivel de una ameba, al nivel de una abeja, al nivel de un perro, al nivel de un chimpancé y al nivel de la humanidad. A medida que el sensorio se desarrolla, y emergen flagelos y ojos y dedos y cerebros, emergen en correspondencia más niveles de cognición diferenciados. Al final toman la forma de inteligencia, percepción y conciencia

> (entendida aquí simplemente como actividad mental consciente). A nuestro nivel, es la conciencia humana la que hace posible la emergencia del mundo exterior; y viceversa, es el mundo exterior el que da nacimiento a nuestra conciencia.[18]

Llegados a este punto, es factible tener por resuelto (o al menos por suficientemente aclarado) el problema derivado de la dualidad formada por el plano epistemológico y el ontológico, que a menudo obstaculiza e inhibe las elucidaciones filosóficas (en este caso a propósito de la complejidad) que se desarrollan en el seno del discurso científico. Dicho problema consiste básicamente en que, a medida que la investigación actual depende cada vez más de informaciones y operaciones de naturaleza tecnológica y se relaciona cada vez menos con los datos sensoriales y la lógica del sentido común, se impone la impresión de que entre los planos aludidos existe un divorcio, una desconexión progresiva, merced a la cual los resultados arrojados por la investigación científica sólo pueden tener valor fenoménico, o lo que es lo mismo, sólo suministran conocimiento operativo. Dado que, estrictamente hablando, esta actividad consiste en la elaboración de cálculos y procesos experimentales, así como de modelos matemáticos de estados, relaciones o hechos acotados por los propios términos experimentales y matemáticos empleados en cada caso, de tales elaboraciones no se puede inferir *la forma de las cosas,* no es posible extraer conclusiones de alcance ontológico; solamente suministran información acerca de cómo se comportan los entes y sus relaciones en condiciones de laboratorio, no acerca de cómo es el mundo.

En principio, esta postura puede ser legítima y razonable de cara al desarrollo inmediato del trabajo experimental y al significado directo y puntual de sus resultados. Entre ese nivel

y el plano teórico (mejor dicho metateórico) en que se ubican los enunciados ontológicos, existe sin duda una distancia discursiva considerable que no se puede pasar por alto sin el inminente peligro de desembocar en el juego de las especulaciones arbitrarias y la charlatanería. Pero al mismo tiempo es evidente que la investigación científica no se circunscribe a ese plano, sus resultados difícilmente pueden carecer por completo de repercusiones mediatas, por más limitados que sean sus objetos de estudio, salvo que se trate de proyectos desprovistos por completo de relevancia. En la medida en que la ciencia constituye un sistema —un sistema cada vez más denso y complejo—, sus componentes se hallan conectados entre sí mediante redes de implicaciones de múltiples niveles, de modo que hasta los resultados empíricos de más baja generalidad llegan a tener algún papel en el manejo heurístico de las teorías. Estas últimas, por su parte, bien pueden ligar cada uno de sus términos a referentes experimentales y contenidos estrictamente fenoménicos, pero ello no impide que en sí mismas se conviertan en referente de elaboraciones teóricas de otro nivel, en el que la investigación se enfrenta a problemas e interrogantes de otra índole.

En suma, aunque el científico se empeñara en confinar su trabajo y los productos de éste en la esfera de los datos experimentales y el saber instrumental, de modo que pudiera preciarse de quedar dispensado de bregar con problemas metateóricos, dicho trabajo y sus productos no dejan de tener en modo alguno alcances ontológicos que tarde o temprano salen a relucir. Por más que los físicos y los biólogos se esfuercen por centrar su atención exclusivamente en las cuestiones que se ventilan en su comunidad y no verse complicados en discusiones filosóficas, el conocimiento físico y biológico habrá de seguir incidiendo a fondo en la forma y en el sentido mediante los cuales el pensamiento da cuenta del mundo y de la vida, sobre

todo el conocimiento actual, es decir, el conocimiento de las últimas décadas, que ha roto con la imagen simple, determinista y monocausal que preconizaba la tradición, para mostrar las capas de complejidad creciente de que constan aquellos.

Para bien o para mal, ese intento de atrincherarse en el círculo de la información experimental, y en el sentido puramente fenoménico del conocimiento para sustraerse a la reflexión ontológica, fracasa sin remedio por cuanto a la postre resulta demasiado restrictivo e insuficiente para dar respuesta a los problemas generales que se plantean las propias comunidades científicas, amén de que acaba revelándose como un recurso enteramente innecesario, ya que el temido riesgo de malversar el esfuerzo de la ciencia en aras de comprender al mundo como tal queda conjurado tan pronto como se hace evidente lo previamente consignado: que la verdad se desarrolla en la trama del conocimiento (es inmanente a éste, no trascendente), y que por lo tanto en todos los casos asume la forma, la escala y las significaciones propias de la experiencia humana, la cual es una actividad interpretante; y finalmente, la razón de todo ello es que la reflexión ontológica fundada en la ciencia actual no remite a un ser en sí del mundo o a una realidad absoluta e imponderable, sino al modo en que el mundo se muestra a través del hacer y el conocer humanos, al ser del mundo tal como éste se hace patente en el acaecer humano. En este sentido, es preciso recordar el señalamiento de Heidegger[19] según el cual, después de todo, la pregunta por el ser es un asunto que atañe al ente humano, y sólo a él, pues sólo para éste hay mundo.

De esta forma quedan simultáneamente inhabilitados los argumentos seudorradicales de las corrientes escépticas, subjetivistas y nihilistas imperantes, cuya clave consiste en hacer

valer por vía negativa el mismo concepto de verdad absoluta que durante siglos defendió el discurso metafísico —de manera que este discurso y aquellas corrientes son en realidad las dos caras de la misma moneda.

FUENTES CONSULTADAS

ADORNO, T., *Dialéctica negativa,* Madrid, Taurus, 1975.

BACHELARD, G., *Tratado contra el método,* Madrid, Tecnos, 2003.

———, *La formación del espíritu* científico, México, Siglo XXI, 2007.

FEYERABEND, E, *La ciencia de una sociedad libre,* México, Siglo XXI, 1988.

HEGEL, G.W.E, *Fenomenología del espíritu,* México, Fondo de Cultura Económica, 1987.

HEIDEGGER, M., *Ser y tiempo,* Madrid, Trotta, 2003.

HUSSERL, E., *Ideas relativas a una fenomenología pura* y una *filosofía fenomenológica II,* México, Fondo de Cultura Económica, 2005.

KANT, E., *Crítica de la razón pura,* Madrid, Alfaguara, 1978.

KAUFFMAN, S., *Investigaciones,* Barcelona, Tusquets, 2003.

KOSIK, K., *Dialéctica délo concreto,* México, Grijalbo, 1967.

LUISI, P.L., La vida emergente, Barcelona, Tusquets, 2010.

MARTÍNEZ, S., *¿Tan sólo una ilusión?,* Barcelona, Tusquets, 2004.

———, *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia,* México, UNAM, 2005.

PRIGOGINE, I., *El ün de las certidumbres,* Chile, Andrés Bello, 1996.

SMOLIN, L., Las *dudas de la física en el siglo xxi,* Madrid, Crítica, 2007.

VÁRELA, F.J., *De cuerpo presente: las ciencias cognitivas y la experiencia humana,* Barcelona, Gedisa, 1992.

———, *El fenómeno de la vida,* Chile, Dolmen, 2000.

———, *Tractatus logico-philosophicus,* Madrid, Alianza Editorial, 2000.

WITTGENSTEIN, L., Investigaciones *filosóficas,* Barcelona, UNAM, Crítica, 1988.

Índice

Ciencia y tecnología

Complejidad, la encrucijada del pensamiento, se terminó
de imprimir en la Ciudad de México durante el mes de octubre del
año 2012. Para su impresión se utilizó papel de fabricación
ecológica con *bulk* a 80 gramos. La edición estuvo
al cuidado de la oficina litotipográfica
de la casa editora.



LOS CONTENIDOS DE ESTE LIBRO PUEDEN SER
REPRODUCIDOS EN TODO O EN PARTE, SIEMPRE
Y CUANDO SE CITE LA FUENTE Y SE HAGA CON
FINES ACADÉMICOS Y NO COMERCIALES

ISBN 978-607-401-603-1